1.0 INSTRUÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE TRABALHOS TÉCNICOS

1.1 INFORMAÇÕES GERAIS

1.2 ELEMENTOS INTEGRANTES DOS ORIGINAIS

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

1.0 INSTRUÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE TRABALHOS TÉCNICOS

1.1 Informações gerais

Só serão aceitos trabalhos originais, no seguinte formato: MS WORD FOR WINDOWS

tamanho do papel: A4 (297 x 210 mm)

margens:
superior: 30mm
esquerda e direita: 25 mm
inferior: 25 mm
medianiz: 10 mm

letra:
letra: Arial
texto: tamanho 11 alinhamento justificado
títulos: tamanho 13 alinhamento à esquerda, em negrito
autores: tamanho 11, centrado, em negrito, com o nome do apresentador sublinhado
rodapé (na primeira página): tamanho 9 com créditos dos autores e alinhamento à esquerda.

entre linhas: espaço simples

Frisamos que todo o material enviado (inclusive fotografias, gráficos etc) será incorporado ao acervo da ABS, que reserva-se o direito de publicá-lo em qualquer tempo, ou seja, os originais não serão devolvidos aos autores. Não deixe, portanto, de providenciar uma cópia integral do material antes de enviá-lo à ABS para eventual utilização na preparação de transparências, slides etc. O trabalho não deverá exceder dez páginas, incluindo o texto principal, os agradecimentos, as referências bibliográficas, as tabelas e as figuras (gráficos, desenhos, esquemas e fotos), cujas recomendações de formatação e conteúdo estão apresentadas a seguir.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

1.2 Elementos integrantes dos originais

1.2.1 Título

Deve ser conciso (máximo de 3 linhas) e transmitir o conteúdo essencial do trabalho. Não é necessário sobrecarregá-lo com elementos indicativos, nem acrescentar um subtítulo. O mesmo deve aparecer na primeira linha da primeira página, com letras maiúsculas, tamanho 13, negrito e alinhado à esquerda.

1.2.2 Autores

Após o título pule dois espaços e digite o nome do(s) autor(es), com letra maiúscula ao início de cada nome ou abreviatura (tamanho 11, centrado e em negrito). **Atenção: o nome do autor que irá apresentar o trabalho deverá ser sublinhado.** Antecedendo cada nome de autor, inserir um sobrescrito tamanho 9, numérico entre parênteses e em negrito onde indicará no rodapé sua afiliação (em uma linha) e endereço suscinto para correspondência (somente uma linha e abaixo da afiliação). A letra utilizada no rodapé deverá ter tamanho 9, conforme indicado na folha modelo em anexo.

1.2.3 Resumo e Abstract

Pule duas linhas e digite **RESUMO**, a esquerda com letra maiúscula, tamanho 11em negrito. Pule uma linha e digite, sem usar parágrafos, o resumo do trabalho propriamente dito, justificando-o à esquerda e a direita. Este deve obedecer a redação de frases na ordem direta, contendo no máximo 150 palavras apresentando os objetivos e os resultados alcançados no trabalho. Na linha seguinte, ao término do resumo, digite **Palavras-chave**: e indique até quatro palavras-chave que melhor retratarem os assuntos tratados, conforme indicado no modelo anexo. Pule duas linhas e digite **ABSTRACT**, letras maiúsculas, em negrito e alinhadas à esquerda. Pule uma linha e apresente o resumo em inglês, sem usar parágrafos, justificando-a à esquerda e à direita. A exemplo do resumo em português, coloque na linha seguinte **Key-Words:** e indique as mesmas palavras. Solicita-se que o conjunto resumo & Abstract não ultrapasse os limites da primeira folha.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

1.2.4 Seção introdutória

Na próxima página (segunda), logo na primeira linha, digite **1. INTRODUÇÃO** (Letras maiúsculas, em negrito, alinhadas à esquerda). Pule uma linha e digite o texto introdutório que deverá ser claro explicando a finalidade do trabalho. Caso haja a necessidade de subdividir o texto introdutório em partes faça-o colocando sub-títulos da seguinte forma: **1.1 Axxxxxxx Byyyyyyy**

1.2.5 Demais seções

Após o final da introdução, pule duas linhas e inicie a digitação do sub-título ou da seção seguinte, e.g. **2. MATERIAIS E MÉTODOS** (sempre com letra maiúscula, em negrito e alinhamento à esquerda). Pule uma linha e digite o seu texto respectivo, com alinhamento à esquerda e letra do tamanho 11. Caso haja a necessidade de subdividir o texto em partes faça-o colocando sub-títulos da seguinte forma: e.g. **2.1 Materiais** (c.f. exemplo).

Os demais sub-títulos de **3. RESULTADOS** em diante e os seus respectivos textos deverão serguir o mesmo padrão.

1.2.6 Agradecimentos

Após as conclusões, pule duas linhas e digite **N. AGRADECIMENTOS**. Pule uma linha e faça os agradecimentos devidos aos financiadores e colaboradores do trabalho.

1.2.7 Referências bibliográficas:

Encerrados os agradecimentos pule duas linhas e digite **N+1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**. Pule uma linha e liste-as de acordo com os números empregados ao longo do texto. Estes números deverão aparecer no texto entre parênteses e sobrescritos. Favor adotar as recomendações da NBR 6023, conforme indicado abaixo:

1.2.7.1 Artigos de periódicos

Nome do autor do artigo, título do artigo, título do periódico sublinhado, local de publicação, número do volume do periódico, número do fascículo entre parênteses, página inicial e final do artigo precedida de dois pontos e data do fascículo.

Exemplo:
CENNI, Mário A., Eletrodos Revestidos para a Soldagem Manual ao Arco Elétrico Fabricação, Armazenagem e Conservação, Soldagem & Inspeção, Rio de Janeiro, n. 4 : p. 28 - 35, ago. 1995.

Obs.: Entre uma referência e outra, não deverá ser introduzido espaço.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

1.2.7.2 Livros

Nome do autor, título do livro, edição, local da edição, editora, ano da edição e página onde se encontra o assunto referenciado.

Exemplo:
OHNO Atsumi, Solidificação dos Metais, 1ª ed. em protuguês, São Paulo, Ciência e Tecnologia, 1988, p.27.

1.2.8 Elementos ilustrativos (tabelas & figuras (gráficos, desenhos, esquemas e fotos))

Todos os elementos ilustrativos deverão ser apresentados após as referências bibliográficas e não poderão ultrapassar a área útil do papel (227mm x 155mm). A excessão das tabelas, todos os demais elementos ilustrativos deverão ser mencionados no texto como figuras. Tanto as tabelas como as figuras deverão ser enumeradas consecutivamente em ordem de aparição no texto. As figuras deverão ter suas legendas centradas na parte inferior (letras tamanho 11, minúsculas exceto a primeira letra de cada palavra em negrito).

1.2.8.1 Tabelas

As tabelas deverão ter suas legendas centradas na parte superior (letras tamanho 11, minúsculas exceto a primeira letra da palavra em negrito) e vir impressas diretamente sobre o papel A4. Procure economizar espaço ao máximo, colocando o conteúdo de cada tabela imediatamente abaixo da sua respectiva legenda.

1.2.8.2 Figuras (gráficos, desenhos e esquemas)

Os desenhos, gráficos e esquemas integrantes das figuras deverão ser *originais*, sem traços ou contornos, feitos com tinta preta sobre o papel vegetal ou opaco, de forma a obter-se uma boa qualidade na reprodução. Os mesmos deverão ser fixados diretamente nos espaços correspondentes, logo acima da legenda das figuras, através de fita adesiva especial ou de cola especial, de forma que após reprodução não sejam observados riscos, borrões de cola etc. Economize espaço.

1.2.8.3 Fotos

As fotografias devem ser ampliadas em *papel brilhante*, de alto contraste, com dimensões e nitidez adequadas que permitam uma reprodução clara. Cole as fotos, de uma forma adequada para evitar problemas na reprodução, logo acima das legendas.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

1.2.9 Considerações finais

É de suma importância que as instruções acima sejam rigorosamente observadas. Os trabalhos que não estiverem de acordo serão devolvidos para correção o que acarretará no risco de não serem incluídos nos anais por falta de tempo.

IMPORTANTE: Deverão ser evitadas citações diretas de trade-marks e nomes comerciais de produtos no texto principal do trabalho. Lembre-se que para trabalhos eminentemente comerciais teremos uma Sessão Técnico-comercial especial com esta finalidade. Não esqueça de numerar, *levemente,* as páginas dos originais à lápis, sem forçá-lo à folha, no lado direito superior do verso de cada folha.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

A INFLUÊNCIA DOS GASES DE PROTEÇÃO NA IONIZAÇÃO DO ARCO ELÉTRICO

(1) José Souza Santos
(2) Ricardo Araújo Oliveira

RESUMO

O objetivo deste trabalho é nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO ononon nnono nononnnono nono nononon. nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. Nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon. Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono no nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. Nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon. Nonono n nono no NO ononon nnono.

Palavras-chave: nono; nononono; nonono; nonono

ABSTRACT

The objective of this work is nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. Nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon. Nonono n nono no NO ononon nnono. Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. Nono nnononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon. Nonono n nono no NO ononon nnono.

Key-Words: nono; nononono; nonono; nonono

(1) M.Sc., Eng. Mecânico, Gerente Industrial da XXKY
Rod. Arames e Fluxos km 7 - 19090-010 - Sumaré - SP
(2) Eng. Metalúrgico, Gerente de Processos da UKW
Rua dos Metais, 22 - 03030-020 - S. Paulo - SP

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

1. INTRODUÇÃO

No onono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon. Nononono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon. Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nnonono nono.

1.1 Tempo de Ionização

Onono nono n nonon on ononono nonon nono nononon. Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nnonono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No onono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO ono nnnononono nononon. nono nnonono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO.

2.1 Materiais

No onono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon. Nonon nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nno nono n nonon no no non ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO.

3. RESULTADOS

No onono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nnonono nono n nonon no no non ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO. NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nnonono nono n nonon no no non NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nnonono nono n nonon no no non.

N. AGRADECIMENTOS

No onono nono n nonon no no n on ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO ononon nnono nono nnnononono nononon. nono nnonono nono n nonon no no non ononono nonon nono nononon . Nonono n nono no NO.

N+1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ONON O., Onono no Nnononono, no nnono : Nono Nono, 1990 p. 1
NNON N., Nonono no Nnon, nono : Nononono, 1992 p. 35
(figuras/gráficos/etc)

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

2.0 PLANO DE ENSINO ANO 2000

2.1 OBJETIVOS

2.2 METODOLOGIA

2.3 APRESENTAÇÃO ESCRITA

2.4 CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

2.5 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

2.6 TEMAS PROPOSTOS

2.7 BIBLIOGRAFIA

2.8 INFORMAÇÕES GERAIS PARA A ENTREGA DOS TRABALHOS

2.9 COMO FAZER UM PROJETO

2.10 AUTOR

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

2.0 PLANO DE ENSINO ANO 2000

2.1 Objetivos

O Produto final do Curso será a elaboração de um Texto Técnico sobre Tecnologias de Fabricação.

Sedimentar os conhecimentos adquiridos nas matérias Técnicas do Curso, e dar ênfase no assunto fabricação onde temos as operações de soldagem como fator principal ou aliado a este processo.

Estar habilitado a Redigir e Emitir Relatórios e Laudos Técnicos em Soldagem, Corte, Materiais e Técnicas afins.

2.2 Metodologia

Serão feitas aulas expositivas para que o aluno tenha informações Básicas de como desenvolver o tema do Projeto proposto. Será Desenvolvido em aula um projeto piloto, para demonstrar todas as fases de elaboração.

Junto será fornecido os temas e em certos casos até um texto base, para que em seguida a equipe Elabore seu Projeto base.

Haverá um acompanhamento semanal do Professor, para orientar a evolução do Projeto que terá três fases:

1) Entrega do Projeto Base para Correções e adaptações.
2) Entrega do Projeto Elaborado para Correções Finais (Réplica).
3) Entrega final do Projeto aceitável pequenas correções (Tréplica).

As equipes terão em mente que o Projeto terá que atingir qualidade para ser Publicado.

Os trabalhos serão encaminhados para a apreciação dos conselhos editoriais de Revistas especializadas, Congressos, Boletins técnicos, etc., sempre no semestre seguinte á conclusão da matéria.

2.3 Apresentação escrita

Tamanho do Grupo de trabalho: de 1 até no máximo 4 alunos.
Padrão de Apresentação: de acordo com o anexo*: "Informações gerais para a entrega dos Trabalhos":*

O Projeto será entregue digitalizado e uma cópia em Papel:

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Conteúdo do Projeto: 2 laudas para cada aluno.

Apresentação Oral : 10 a 15 minutos para cada 2 laudas, data show, transparências.

Será possível a comunicação por e-mail e no final poderá ser feito um CD-Rom com os trabalhos apresentados.

Somente os trabalhos publicados farão parte de um Manual Técnico de Fabricação, que estará disponível a todos os alunos na biblioteca da escola.

2.4 Critério de Avaliação

A porcentagem significa uma parcela da nota final indicado pelos critérios E, A, B e C

Projeto Escrito: 80%
Apresentação Oral: 20%

Abaixo de 60% - Reprovado "C"
Igual e acima de 60% - Aprovado "B"
Igual e acima de 75% - Aprovado "A"
Igual e acima de 90% - Aprovado "E"

2.5 Conteúdo Programático

Cronograma

Tarefas	**Semanas Letivas**																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Apresentação do Programa, datas, Temas	x																	
Desenvolvimento do tema pelo Professor	x	x	x															
Elaboração do texto base pelo Aluno		x	x	x	x	x	x	x										
Entrega do texto Base									x									
Correções e adaptações									x	x	x							
Réplica do texto												x						
Correções Finais												x	x	x				
Tréplica do Texto														x	x			
Entrega final do texto																X		
Preparação dos documentos de apresentação																X		
Seminário para apresentação dos temas																X	x	x

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

2.6 Temas Propostos

1) Conformação Mecânica: dobrar, calandrar, bordear, curvar.

2) Materiais: Propriedades dos Materiais de Base e de Soldagem, Aspectos Mecânicos, Metalúrgicos.

3) Especificações de Materiais: Eletrodos, tubos, flanges, curvas, luvas, niples, reduções, uniões, perfis, chapas, vigas.

4) Tratamentos Térmicos

5) Corte de Materiais para Fabricação: Térmico, Mecânico.

5) Soldagem: Soldabilidade de ligas metálicas, Materiais, chanfros e volumes, Parâmetros de soldagem para cada processo.

6) Documentação técnica em Fabricação: EPS, RQP, RQS, APS, PSIT, PC, LM, RF.

7) Dispositivos e manipuladores para Fabricação

8) Montagens Mecânica e Caldeiraria

9) Tempos e Métodos de Fabricação incluindo Custos.

10) Tratamentos de Superfície: Rebarbação, Jateamento, Pintura, Galvanização

11) Fabricação de Equipamentos: Regras gerais para Fabricação: Vasos, colunas, Trocadores, Pontes, Prédios, Estruturas, Plataformas, Escadas, Prensas, Tanques, tubulações, Fornos, moinhos, Silos, Caldeiras, geradores, turbinas, comportas, Reatores, Cubas, rotativos (Fornos / Misturadores Aglomeradores / Moinhos / Secadores),Trasportadores, Dutos, Filtros, navios, esferas, vagões, britadores, válvulas, laminadores, tratores.

12) Informação Complementares para Fabricação: Tabelas de Conversão, Embalagens, Tolerâncias

2.7 Bibliografia

Welding Handbook, American Welding Socielty, 8th edition 1995 , vol 1 2 3 e 4, USA.

Metals Handbook, American Socielty of Metals, 9th edition 1996, vol 6, USA.

Coleção SENAI, vários Autores, 1ª edição, 1997, São Paulo.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

2.8 Informações gerais para a entrega dos Trabalhos

Só serão aceitos trabalhos originais, nos seguintes formatos em WINDOWS 95' ou 98'.
Texto: MS Word 7.0
Tabelas: MS Word/ MS Excel
Figuras/Desenhos/Croquis: Bitmap, jpeg. Pcx, etc.
Gráficos: MS Excel
Desenhos Técnicos: ACAD

Pode-se fazer em outros formatos, porém devem ser convertidos para os formatos acima pois é o mais aceito pelos editores.

Entregar uma cópia em papel e uma gravada em Disquete 3 1/2" , ZIP 100 Mb, CD ROM, ou mandar por e-mail, preferencialmente para gimenes.tsm@sti.com.br

tamanho do papel: A4 (297 x 210 mm)

margens:
superior: 30mm
esquerda e direita: 25 mm
inferior: 25 mm
mediania: 10 mm

letra:
letra: Arial
texto: tamanho 11 alinhamento justificado
títulos: tamanho 13 alinhamento à esquerda, em negrito
autores: tamanho 11, centrado, em negrito, com o nome do apresentador sublinhado
rodapé (na primeira página): tamanho 9 com créditos dos autores e alinhamento à esquerda.

entre linhas: espaço simples

2.8.1 Referências bibliográficas

Pule uma linha e liste-as de acordo com os números empregados ao longo do texto. Estes números deverão aparecer no texto entre parênteses e sobrescritos. Favor adotar as recomendações da NBR 6023, conforme indicado abaixo:

2.8.1.1 Artigos de periódicos

Nome do autor do artigo, título do artigo, título do periódico sublinhado, local de publicação, número do volume do periódico, número do fascículo entre parênteses, página inicial e final do artigo precedida de dois pontos e data do fascículo.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Exemplo:
CENNI, Mário A., Eletrodos Revestidos para a Soldagem Manual ao Arco Elétrico Fabricação, Armazenagem e Conservação, Soldagem & Inspeção, Rio de Janeiro, n. 4 : p. 28 - 35, ago. 1995.

2.8.1.2 Livros

Nome do autor, título do livro, edição, local da edição, editora, ano da edição e página onde se encontra o assunto referenciado.

Exemplo:
OHNO Atsumi, Solidificação dos Metais, 1ª ed. em português, São Paulo, Ciência e Tecnologia, 1988, p.27.

2.8.2 Elementos ilustrativos (tabelas & figuras (gráficos, desenhos, esquemas e fotos))

Todos os elementos ilustrativos deverão ser apresentados após ser referenciado no texto e não poderão ultrapassar a área útil do papel (227mm x 155mm). A exceção das tabelas, todos os demais elementos ilustrativos deverão ser mencionados no texto como figuras. Tanto as tabelas como as figuras deverão ser enumeradas consecutivamente em ordem de aparição no texto. As figuras deverão ter suas legendas centradas na parte inferior (letras tamanho 11, minúsculas exceto a primeira letra de cada palavra em negrito).

2.8.2.1 Tabelas

As tabelas deverão ter suas legendas centradas na parte superior (letras tamanho 11, minúsculas exceto a primeira letra da palavra em negrito) e vir impressas diretamente sobre o papel A4. Procure economizar espaço ao máximo, colocando o conteúdo de cada tabela imediatamente abaixo da sua respectiva legenda.

2.8.2.2 Figuras (gráficos, desenhos e esquemas)

Os originais de desenhos, gráficos ou esquemas integrantes das figuras devem Ter boa qualidade na reprodução. Os mesmos deverão ser scaneados com no mínimo 300 dpi.

2.8.2.3 Fotos

As fotografias devem ser ampliadas em *papel brilhante*, de alto contraste, com dimensões e nitidez adequadas que permitam uma reprodução clara com scaner com no mínimo 300 dpi.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

2.9 Como Fazer um Projeto

2.9.1 Geral

A maioria das universidades fazem publicar seus projetos para projetar seus profissionais e sua escola, através de publicações a colocação profissional é facilitada e a escola torna-se conhecida atraindo alunos melhores.

Projetos a serem publicados tem que Ter originalidade, não tem que ser necessariamente inéditos, podem ser textos já se conhecidos porém com outro enfoque.

O principalmente os projeto de fim de curso visam estimular a criatividade do aluno e sedimentar os conhecimentos das matérias já cursadas

2.9.2 Definição do Tema

Cada projeto tem uma forma de se apresentar, dependendo do público que se pretender atingir.

O projeto pode ser feito para Vários tipos de público, que podem ser:

Estudantes, Empresas, Pesquisadores, Leigos
Profissionais - Superior, Médio ou Operacional

Pode Ter várias características como:

Tradução técnica, Revisão Bibliográfica, Trabalho Técnico/Pesquisa, Reportagem/ Entrevistas ou Visitas, Combinação destes.

Traduzir, grande parte está na língua inglesa, e temos muita coisa que possamos verter para língua portuguesa, por exemplo o livro da Lincoln He Procedure Handbook of arc Welding, apesar de escrito há muitos anos, é uma fonte excelente de consulta.

Revisão Bibliográfica, é coletar informação do que se escreveu sobre um certo assunto e discutir o que foi apresentado e mostrar o que se está fazendo e o que pode ser feito.

Trabalho Técnico ou Pesquisa, é um trabalho mais elaborado, depende de laboratório, verbas materiais, equipamentos e tempo, além de mão-de-obra especializada.

Reportagem, Entrevistas e Visitas é um meio rápido de conhecer novas formas de produção e comparar com as existentes ou conhecidas, o método de colher dados difere um pouco do outros métodos e a linguagem difere um pouco da técnica.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Trabalho já Realizado, mas que não está escrito de forma adequada,

Informação básicas de produção

O Projeto pode ser também como apresentar:
Uma melhoria de Fabricação, Justificar uma compra de máquina, Mostrar um Novo Lay out para a fábrica, Colocar um aumento de Produtividade

2.9.3 Método de Execução

Qual o assunto que vamos tratar?
Tenho algum projeto que gostaria de fazer?
Tenho alguma coisa na minha firma que fiz e acredito que seja interessante?
Já fiz algum trabalho em outra disciplina na FATEC que foi interessante e gostaria de publicar ou melhorar?
Gostaria de continuar algum trabalho, e terminar
Gostaria de traduzir
Gostaria de desenvolver algum trabalho experimental no laboratório

Definir o Tema e a forma de escrever, número de participantes cronograma de realização, distribuição de tarefas, definição do conteúdo, definição do líder do grupo de trabalho.
Preparar uma massa crítica para iniciar o trabalho, com uma pesquisa inicial, e ver o que tem sobre o tema

Teremos uma semana para definir o tema, vou deixar alguns temas também para escolher, junto com o tema trazer alguma coisa já rabiscada, xerox de do assunto semelhante ou cópia do assunto a traduzir, ou dados que coletou em alma pesquisa de laboratório ou dados que coletou em algum desenvolvimento na empresa ou na escola, isto pode ser feito na primeira semana.

Na segunda semana, iremos discutir os temas e traçar as estratégias para a execução do projeto, pode-se trazer mais de uma idéia e depois escolhe-se uma ou utiliza-se as várias encontradas, nós vamos avaliar as dificuldades de cada projeto os contatos para cada uma, os recursos envolvidos e o tempo destinado para as atividades que vamos empreender.

Na terceira semana, todo o material que coletamos, deve já estar passado alimpo os contatos já devem estar agendados, as tarefas distribuídas os cronogramas e o assunto já deve estar passado a limpo, ou seja o projeto nesta semana já deverá estar definido cm etapas a serem executadas.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Da Quarta a nona semana o trabalho deve ser desenvolvido, para então sofrer uma revisão junto com o professor, para dar as correções e teremos 2 semanas para esta tarefa e de pois mais 2 semanas para acertos finais.

Ficando as 3 semanas finais para entrega e apresentação dos temas a classe.

Este seria o programa básico, e pode-se modificar dependendo do desenvolvimento de cada grupo.

2.10 AUTOR

Professor: Luiz Gimenes Jr.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

3.0 TEXTO TÉCNICO PARA MATÉRIA DE TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO

3.1 ABORDAGEM - AMBITO E OBJETIVOS QUAIS OS TEMAS

3.2 INFORMAÇÕES GERAIS

3.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3.4 ELEMENTOS ILUSTRATIVOS (TABELAS & FIGURAS (GRÁFICOS, DESENHOS, ESQUEMAS E FOTOS))

3.5 GRUPO DE TRABALHO

3.6 TEMAS

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

3.0 TEXTO TÉCNICO PARA MATÉRIA DE TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO

Sedimentar os conhecimentos aquiridos nas matérias Técnicas, e dar ênfase no assunto fabricação onde temos as operações de soldagem como fator principal ou aliado a este precesso.

Trabalho deve ter informações sobr vários aspectos:

3.1 Abordagem - Ambito e objetivos quais os temas

- Desenvolver um tema/projeto praticamente e mostrar aos alunos como escrever o texto e todos os pontos que merecem destaque.
- Publicação em Revistas especializadas.

Regras:

Texto: 2 laudas para cada aluno

3.2 Informações gerais

Só serão aceitos trabalhos originais, nos seguintes formatos:
WINDOWS 95':
Texto: MS Word
Tabelas: MS Word
Figuras/Desenhos: Bitmap, jpeg
Gráficos: MS Excel
Desenhos Técnicos: ACAD

Pode-se fazer em outros formatos, porém devem ser convertidos para os formatos acima pois é o mais aceito pelas revistas.

Entrega uma cópia em papel e uma gravada em Disquete 3 1/2" , ZIP 100 Mb, CD ROM, ou mandar por e-mail tsmind@sti.com.br

tamanho do papel: A4 (297 x 210 mm)

margens:
superior: 30mm
esquerda e direita: 25 mm
inferior: 25 mm
medianiz: 10 mm

letra:
letra: Arial
texto: tamanho 11 alinhamento justificado

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

títulos: tamanho 13 alinhamento à esquerda, em negrito
autores: tamanho 11, centrado, em negrito, com o nome do apresentador sublinhado
rodapé (na primeira página): tamanho 9 com créditos dos autores e alinhamento à esquerda.

entre linhas: espaço simples

3.3 Referências bibliográficas

Pule uma linha e liste-as de acordo com os números empregados ao longo do texto. Estes números deverão aparecer no texto entre parênteses e sobrescritos. Favor adotar as recomendações da NBR 6023, conforme indicado abaixo:

3.3.1 Artigos de periódicos

Nome do autor do artigo, título do artigo, título do periódico sublinhado, local de publicação, número do volume do periódico, número do fascículo entre parênteses, página inicial e final do artigo precedida de dois pontos e data do fascículo.

Exemplo:
CENNI, Mário A., Eletrodos Revestidos para a Soldagem Manual ao Arco Elétrico Fabricação, Armazenagem e Conservação, Soldagem & Inspeção, Rio de Janeiro, n. 4 : p. 28 - 35, ago. 1995.

Obs.: Entre uma referência e outra, não deverá ser introduzido espaço.

3.3.2 Livros

Nome do autor, título do livro, edição, local da edição, editora, ano da edição e página onde se encontra o assunto referenciado.

Exemplo:
OHNO Atsumi, Solidificação dos Metais, 1ª ed. em protuguês, São Paulo, Ciência e Tecnologia, 1988, p.27.

3.4 Elementos ilustrativos (tabelas & figuras (gráficos, desenhos, esquemas e fotos))

Todos os elementos ilustrativos deverão ser apresentados após ser referênciado no texto e não poderão ultrapassar a área útil do papel (227mm x 155mm). A excessão das tabelas, todos os demais elementos ilustrativos deverão ser mencionados no texto como figuras. Tanto as tabelas como as figuras deverão ser enumeradas consecutivamente em ordem de aparição no texto. As figuras deverão ter suas legendas centradas na parte inferior (letras tamanho 11, minúsculas exceto a primeira letra de cada palavra em negrito).

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

3.4.1 Tabelas

As tabelas deverão ter suas legendas centradas na parte superior (letras tamanho 11, minúsculas exceto a primeira letra da palavra em negrito) e vir impressas diretamente sobre o papel A4. Procure economizar espaço ao máximo, colocando o conteúdo de cada tabela imediatamente abaixo da sua respectiva legenda.

3.4.2 Figuras (gráficos, desenhos e esquemas)

Os originais de desenhos, gráficos ou esquemas integrantes das figuras devem Ter boa qualidade na reprodução. Os mesmos deverão ser scaneados com no mínimo 300 dpi.

3.4.3 Fotos

As fotografias devem ser ampliadas em *papel brilhante*, de alto contraste, com dimensões e nitidez adequadas que permitam uma reprodução clara com scaner com no mínimo 300 dpi.

3.5 Grupo de trabalho

Grupo de trabalho: com no máximo 4 alunos

Apresentação: 15 minutos para cada 2 laudas, data show, transparências.

Cronograma de trabalho:

Tarefas	Semanas Letivas																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Apresentação do Programa, datas, Temas	x																	
Desenvolvimento do tema pelo Professor	x	x	x															
Elaboração do texto base pelo Aluno		x	x	x	x	x	x	x										
Entrega do texto Base									x									
Correções e adptações									x	x	x							
Réplica do texto												x						
Correçoes Finais												x	x	x				
Tréplica do Texto														x	x			
Entrega final do texto																x		
Preparação dos documentos de apresentaçào																x		
Seminário para apresentação dos temas																x	x	x

Terá um Padrão de Apresentação.
Será entregue um disquete com o padrão de apresentação:
Será possivel a comunicação por e-mail.
No final poderá ser feito um CD-Rom com os trabalhos

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Os trabalhos serão encaminhados aos conselhos editoriais para serem apresentados em Revistas especializadas, Congressos, Boletins técnicos, etc., sempre no semestre seguinte a conclusão do curso.

O objetivo final será publicar um Manual Técnico de Fabricação.

Tomar cidado na redação do texto, pois os textos tem que ter redação inédita e a fonte de dados, figuras tabelas, tem que ter referência, plágio é um assunto sério.

3.6 Temas

Conformação Mecânica, dobrar, calandrar, bordear, curvar.
Materiais: Propriedades Mecânicas Especificação, tubos, flanges, curvas, luvas, niples, , reduções, uniões, perfis, chapas, vigas.
Tratamentos Térmicos
Corte de Metais
Soldagem: Soldabilidade de ligas metálicas, Materiais, chanfros e volumes, Parâmetros de soldagem para cada processo.
Montagem Mecânica
Montagem de Caldeiraria
Tempos e Métodos
Tratamentos de Superfície
Tabelas de Conversão
Embalagens
Sobremetais
Rebarbação
Documentação técnica em Soldagem: EPS, RQP, RQS, APS, PSIT, PC, LM, RF,
Dispositivos e manipuladores
Tolerâncias
Regras gerais para a fabricação de Equipamentos: Vasos, colunas, Trocadores, Pontes, Prédios, Estruturas, Plataformas, Escadas, Prensas, Tanques, tubulações,
Fornos, moinhos, Silos, Caldeiras, geradores, turbinas, comportas, Reatores, Cubas, rotativos (Fornos/Misturadores/Aglomeradores/Moinhos/Secadores/),Trasportadores, Dutos, Filtros, navios, esferas, vagões, britadores, válvulas, laminadores, tratores,

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

4.0 APOSTILA DE PROCESSOS USUAIS DE SOLDAGEM II
4.1 GERAL
4.1.1 SOBRE A DISCIPLINA
4.1.2 OBJETIVOS DO CURSO
4.1.3 METODOLOGIA EMPREGADA NA DISCIPLINA
4.1.4 CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO
4.1.5 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
4.1.6 RELAÇÃO DOS TRABALHOS A SEREM APRESENTADOS
4.1.7 BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA
4.2 EXERCICIO I
4.2.1 TÉCNICAS DE SOLDAGEM
4.3 ROTEIRO PARA AULAS PRÁTICAS DE SOLDAGEM
4.3.1 MATERIAIS EMPREGADOS NAS AULAS PRÁTICAS
4.3.1 1ª AULA
4.3.2 2ª AULA
4.3.3 3ª AULA
4.3.4 4ª AULA
4.4 FÍSICA DO ARCO
4.4.1 INTRODUÇÃO
4.4.2 DEFINIÇÃO
4.4.3 FORMAÇÃO E REGIÕES
4.4.4 EXERCICIO II
4.5 SOLDAGEM DE JUNTAS SOLDADAS
4.5.1 RELATÓRIO I
4.6 GOIVAGEM POR ELETRODO DE CARVÃO
4.6.1 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO
4.6.2 TIPOS DE ELETRODOS
4.6.3 FONTES DE ENERGIA
4.6.4 AR COMPRIMIDO

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.7 ENSAIO DE SOLDABILIDADE (RELATÓRIO II)
4.7.1 INTRODUÇÃO
4.7.2 AVALIAÇÃO
4.8 LEVANTAMENTO DE CUSTOS EM SOLDAGEM (RELATÓRIO III)
4.8.1 INTRODUÇÃO
4.8.2 DETERMINAÇÃO DAS FAIXAS OPERACIONAIS
4.8.3 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO METAL DEPOSITADO E DO COEFICIENTE DE DEPOSIÇÃO CONFORME ISO 2401
4.8.4 DETERMINAÇÃO DO EFEITO DA CORRENTE NA EFICIÊNCIA DO METAL DEPOSITADO E DA TAXA DE DEPOSIÇÃO
4.8.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O RELATÓRIO
4.8.6 PARÂMETROS A SEREM REGISTRADOS EM TODOS OS ENSAIOS
4.8.7 TABELA DOS CORPOS DE PROVA NECESSÁRIOS PARA CADA BITOLA
4.8.8 TABELA DOS ELETRODOS NECESSÁRIO
4.8.9 RELAÇÃO DO MATERIAL E EQUIPAMENTO NECESSÁRIO
4.9 AVALIAÇÃO DAS INFLUENCIAS DAS VARIÁVEIS PRIMÁRIAS NOS PARÂMETROS SECUNDÁRIOS NO PROCESSO ARCO SUBMERSO (RELATORIO IV)
4.9.1 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE ARAME
4.9.2 VARIÁVEIS PRIMÁRIAS
4.9.3 CORRENTE DE SOLDAGEM
4.9.4 TENSÃO DE SOLDAGEM
4.9.5 VELOCIDADE DE SOLDAGEM
4.9.6 DIÂMETRO DO ARAME
4.9.7 DISTANCIA DO BICO DE CONTATO A PEÇA
4.9.8 POLARIDADE

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.9.9 FLUXOS
4.9.10 COMPRIMENTO E PROFUNDIDADE DE FLUXO
4.9.11 RESUMO DA INFLUÊNCIA DAS VARIVEIS NO PROCESSO SAW
4.10 ANEXO I
4.10.1 ESCOPO E CAMPO DE APLICAÇÃO
4.10.2 TERMOS E DEFINIÇÕES
4.10.2.1 EFICIÊNCIA NOMINAL DO ELETRODO, RN
4.10.2.2 EFICIÊNCIA EFETIVA DO ELETRODO RE
4.10.2.3 METAL DE SOLDA DEPOSITADO TOTAL RG
4.10.2.4 EFICIÊNCIA DE DEPOSIÇÃO RD
4.10.2.5 COEFICIENTE DE DEPOSIÇÃO D
4.10.3 CHAPA TESTE
4.10.3.1 NÚMERO
4.10.3.2 ESPECIFICAÇÃO
4.10.4 PROCEDIMENTO
4.10.5 CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DO METAL RECUPERADO
4.10.6 CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEPOSIÇÃO
4.11 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES
4.12 BIBLIOGRAFIA EXTRA
4.13 AUTOR

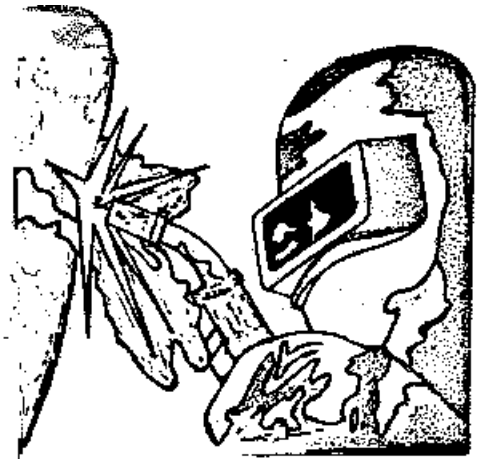
Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.0 APOSTILA DE PROCESSOS USUAIS DE SOLDAGEM II

Apostila de Acompanhamento Prático

Professor: Luiz Gimenes Junior

Edição 1999



Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.1 GERAL

Esta primeira parte refere-se a assuntos gerais da matéria, deve-ser lida cuidadosamente, pois contém todos os assuntos a serem tratados durante o semestre, o aluno deve trazer a postila de acompanhamento toda a aula, pois cada aula tem seu roterio de trabalho.

Os relatórios e exercícios devem ser entregues sempre duas semanas após o encerramento da tarefa.

O Livro que servirá de base para o curso é o Soldagem – Coleção SENAI.

Os Trechos e a ordem a serem lidos como Teoria de Apoio ás aulas Práticas são:

1. Soldagem com Eletrodo Revestido Pg 190 á 203
2. Física do Arco Elétrico Pg. 47 á 49
3. Corte com Eletrodo de Grafite Pg. 359 á 361
4. Corte por Plasma Pg 352 á 359
5. Descontinuidades Pg. 103 á 107
6. Processo por Arco Submerso Pg 213 á 225

4.1.1 SOBRE A DISCIPLINA

Nome: Processos Usuais de Soldagem II - Laboratório - Prus II P
Carga Horária: 90 Horas (Permitido 25% De Faltas 4,5 Aulas)
Distribuição : 5 Aulas Por Semana - Terças T-C, Quintas T-B e Sextas T-A

4.1.2 OBJETIVOS do CURSO

Promover o conhecimento dos processos de soldagem e de seus consumíveis que são: Eletrodo Revestido e Arco Submerso, e dos processos de corte a grafite e plasma, na forma executiva.

Obter conhecimentos práticos, treinar a habilidade operatória nos equipamentos de solda e corte existentes no laboratório.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Assimilar a influência dos parâmetros de soldagem, executando ensaios práticos.

Conhecer as técnicas de medição e o registro dos parâmetros de soldagem e Corte.

Promover Visitas Técnicas a empresas.

4.1.3 METODOLOGIA EMPREGADA na DISCIPLINA

As aulas serão dividas em aulas práticas, com explanação teórica dos assuntos a serem abordados e experimentais.

Nas aulas práticas haverá a explicação do exercício a ser executado com demonstração prática, pelo instrutor ou professor, seguido de execução prática dos corpos de prova pelo aluno.

Nas aulas experimentais haverá a execução de exercícios pelo instrutor e/ou aluno orientado pelo professor, onde será acompanhado e registrado todos os parâmetros pelos integrantes do grupo de trabalhos ou individualmente, culminando na elaboração de relatórios.

Será feito Listas de exercícios para sedimentação e acompanhamento das aulas práticas.

4.1.4 CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

Existem dois Grupos de dificuldade e para tal a as notas serão ponderadas com segue:

1) Primerio Grupo menor dificuldade

RI - RII - EI - EII

E= 5% A= 4% B= 3% C= 0%

2) Segundo Grupo maior dificuldade

RIII - RIV

E= 40% A= 30% B= 25% C= 0%

Abaixo de 60% - Reprovado "C"

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Igual e Acima de 60% - Aprovado "B"
Igual e Acima De 75% - Aprovado "A"
Igual e Acima De 90% - Aprovado "E"

4.1.5 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Está disposto abaixo o resumo de cada aula em semanas letivas:

1ª Parte - Aulas Práticas

1ª semana: Introdução ao processo eletrodo revestido (EXERCICIO I EM DUPLA)

2ª,3ª,4ª semana: Técnicas de abertura, manutenção e encerramento de arco elétrico. conhecimento dos tipos de corrente e polaridade. Soldagem em chapas de aço montadas em ângulo na espessura de 3/8", nas posições plana, horizontal, vertical ascendente e descendente.

5ª semana: Física do arco (EXECICIO II INDIVIDUAL)

6ª semana: Visita Técnica

7ª,8ª,9ª semana: Soldagem em chapas de aço chanfradas na espessura 1/2" e/ou 5/8" nas posições, plana, horizontal, vertical ascendente e descendente. Corte a arco com eletrodo de grafite. Execução de cortes e goivagem com tocha manual. Todas as atividades terão acompanhamento de soldagem. (RELATORIO I)

2ª Parte - Aulas experimentais

10ª semana: Ensaio de soldabilidade com eletrodo revestido, para a análise do metal depositado, contemplando, intensidade da corrente e tensão, nível de respingo, condições de escória, estabilidade e manutenção de arco, confronto

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

entre a compatibilidade das especificações em norma e a encontrada no ensaio. (RELATORIO II)

11ª,12ª,13ª semana: Custos em soldagem para o processo eletrodo revestido. Levantamento das faixas operacionais para diversos diâmetro de alma e revestimento. Levantamento das curvas de eficiência do metal depositado, Avaliação dos efeitos da corrente na eficiência e nas taxas de deposição.(RELATORIO III)

14ª semana: Introdução ao processo arco submerso. Manipulação e domínio pelo aluno e supervisionado pelo instrutor/professor pelo equipamento, executando cordões sobre chapa de aço 3/4" .

15ª,16ª,17ª,18ª semana: Avaliação das influências dos Parâmetros Primários tais como: intensidade da corrente, polaridade, tensão, velocidade de soldagem e extensão livre do eletrodo, tipo de fluxo, diametro do arame. Utilizando cordões sobre chapa para a determinação das variações nos parâmetros secundários como: altura, largura,penetração, largura da ZTA, Velocidade de arame, consumo de fluxo, diluição, dureza.(RELATORIO IV)

4.1.6 RELAÇÃO DOS TRABALHOS A SEREM APRESENTADOS

EXERCICIO I - Prática de Soldagem
EXERCICIO II - Física de Arco
RELATORIO I - Acompanhamento de soldagem em juntas soldadas chanfradas executadas pela processo eletrodo revestido, sendo uma goivada
RELATORIO II - Ensaio de Soldabilidade
RELATORIO III - Custos em soldagem no processo eletrodo revestido
RELATORIO IV - Influência dos parâmetros primários de soldagem nos parâmetros secundários no processo arco submerso

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.1.7 BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

LIVRO	AUTOR/EDIÇÃO	PREÇO
COLEÇÃO SOLDAGEM	SENAI Vários Autores	US$ 25,00
The Procedure Handbook of arc Welding	Lincoln Eletric Co 20th Edition	US$ 80,00
Metals Handbook Welding,Brazing and Soldering	American Society of Metals 9th ediçåo	US$ 180,00
Welding Handbook vol l e 2	American Welding Society 8th edition	US$ 110,00
ASME Boiler and Pressure Vassel Code II parte C	American Society Mecanical Engenier 89' edition	US$ 300,00
Tecnologia de Soldagem	Sergio Taniguchi	Esgotado
Tecnologia da Soldagem Arco Voltáico	Almir Quites Monteiro	Esgotado
Soldagem Processos e Metalurgia	Emilio Weiner e outros	US$ 60,00
Tecnologia da Soldagem	Prof. Paulo Villani Marques	USS 40,00
Prática de La Soldadura Autogena Las Soldaduras: Técnicas, control e la Soldabilidad de los Aceros	Franche G. & Seférian D	
Modern Welding Tecnology	Cary H. B.	
Advanced Welding Process	J. Norrish	

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.2 EXERCICIO I

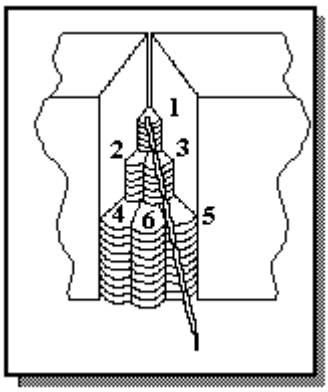
Esta Segunda parte trata da iniciação aos conceitos das técnicas de soldagem, o exercício a seguir presta-se para o aluno se inteirar das várias técnicas de execução de Soldas.

Este execício deve ser entregue na forma escrita com descrição destas técnicas.

4.2.1 TÉCNICAS DE SOLDAGEM

Forneça um diagrama esquemático das técnicas executivas de soldagem pelo processo eletrodo revestido, para as principais posições de soldagem (Plana, Horizontal, Vertical Ascendente e Descendente, Sobre Cabeça).

O exemplo 2.1 demonstra um detalhe de como executar uma soldagem sobre cabeça com eletrodo E 7018.



Exemplo 2.1

Considere na elaboração do exercício os diferentes tipos de revestimento, observe também para os principais tipos de junta e a localização, como passes de raiz, enchimento e acabamento. A seguir são dados os principais tópicos:

-Tipos de Revestimento

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

- Diâmetro da Alma
-Posições de Soldagem
-Localização dos Passes
-Principais tipos de Junta

4.3 ROTEIRO PARA AULAS PRÁTICAS DE SOLDAGEM

Neste capítulo são descritos suscintamente as principais etapas para a execução dos Corpos de Prova para o aprendizado prático no processo eletrodo revestido.

4.3.1 Materiais Empregados nas Aulas Práticas

-1ª Aula
-Chapa sucata
-Eletrodo 1) Arame nu
2) Eletrodo sem revestimento
3) Eletrodo celulósico

1. Demonstração de Segurança, uso de EPI, Máscara, óculos.
2. Demonstração de Ligações Elétricas das máquinas, polaridade, cabos, caixa de fusíveis.
3. Técnica de Abertura e encerramento de Arco elétrico.

-2ª, 3ª,4ª Aula
Chapa 1/4" a 3/8 "
Eletrodo ∅ 1/8"
1) E 6013
2) E 7018
3) E 6010

4.3.1 1ª Aula

Introdução ao processo Eletrodo Revestido

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Noções de limpeza e higiene
Noções de segurança
Técnicas de abertura, manutenção e encerramento de arco
Reconhecimento dos tipos de máquinas e polaridade

4.3.2 2ª Aula

Cordões sobre chapa paralelos na posição plana, revestimento. Aplicar as técnicas do exerci_io I.

4.3.3 3ª Aula

Soldagem em ângulo na posição plana e horizontal. Aplicar sa técnicas do exercício I.

Verificar na TABELA C (pg. 54 do E. Wainer) os valores porpostos pelo livro.

4.3.4 4ª Aula

Soldagem em ângulo na posição Vertical Ascendente e descendente. Aplicar as técnicas do exercício I

4.4 FÍSICA DO ARCO

4.4.1 INTRODUÇÃO

Historicamente, os processos de soldagem desenvolveram-se sem ter em conta a natureza do arco elétrico. Durante as últimas décadas, diversos estudos sobre os fenômenos físicos que operam no arco elétrico sucederam-se e, embora não tenham esclarecido totalmente a questão, mostraram a conveniência de uma melhor compreensão da física do arco por partes dos engenheiros e técnicos de solda.

O estudo do arco elétrico é importante na solda porque:

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

a) Nos processos em que ele se aplica, o arco elétrico é a fonte de calor necessária para se executar a soldagem.

Ele é responsável pela:
- formação da poça de fusão;
- aquecimento do eletrodo;
- ciclo térmico;

b) A alta temperatura e turbulência do arco elétrico produz intensas reações químicas, principalmente:
- reações gás-metal;
- reações escória-metal;

c) O arco elétrico é o responsável pela transferência do metal de adição da ponta do eletrodo para a poça de fusão.

d) A demanda necessária para se manter um arco estável determina as características que a fonte de energia deve possuir.

4.4.2 DEFINIÇÃO

Embora muitos pesquisadores e especialistas em soldagem concordem o que é arco elétrico, não há todavia uma definição aceita por todos; porém vamos admitir a seguinte definição:

"Um arco elétrico para soldagem consiste de uma descarga elétrica mantida através do plasma condutor, a alta temperatura, produzindo suficiente energia térmica utilizável para a união de metais através da fusão"

O plasma aqui referido, é uma combinação de átomos ionizados, eletrons livres, átomos e moléculas inteiras, emitindo fotons de energia e apresentando propriedades características diferentes daquelas conhecidas para os outros estados da matéria. Devemos ressaltar que a definição apresentada foge dos moldes tradicionais para arco elétrico, pois nele a descarga elétrica é obtida com

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

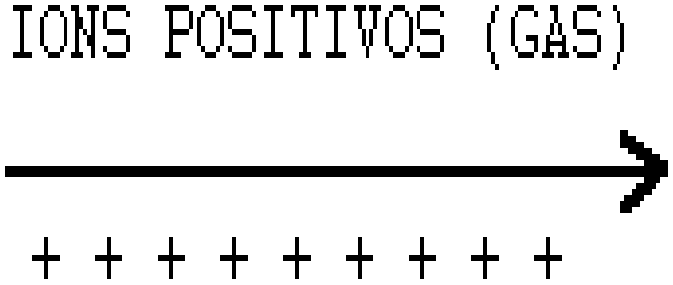
voltagem relativamente baixa acompanhada de alta corrente e baixa queda de tensão no catodo.

Como vemos, a própria definição do arco elétrico para soldagem nos restringe à identificação de um estado plasmático que, sem dúvida alguma, quando extrapolado para os processos mais usuais de soldagem, introduzirá a própria condição do plasma em função do tipo de proteção do arco, gases protetores, composição do metal de adição, minerais e silicatos nos revestimentos dos eletrodos, fluxos de proteção, etc. Vemos, pois, que se torna difícil o estado generalizado do arco elétrico aplicado diretamente à soldagem. Todavia, para simplificarmos a nossa análise vamos estudar o arco elétrico produzido por dois eletrodos de carvão imersos no meio ambiente. Depois introduziremos parte das conclusões obtidas para o arco elétrico para a soldagem quando os resultados forem aproximadamente comparáveis com aqueles obtidos através de experiências para os processos mais pesquisados e os admitiremos como válidos para soldagem de maneira geral.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.4.3 FORMAÇÃO E REGIÕES

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP


IONS POSITIVOS (GAS)
+ + + + + + + + +

a) Quando os eletrodos estão separados e o regime de inércia tenha sido prolongado, não há passagem de corrente entre eles, e uma observação no amperímetro mostrará que a corrente é zero e a voltagem será aquela igual a da fonte

b) Se os eletrodos são postos em contato ou aproximados ao extremo a permitir uma faísca elétrica (o que depende da ionização do meio ambiente) estabelece-se a passagem de uma corrente elétrica e, mesmo que haja uma pressão considerável entre os eletrodos, sempre haverá uma fina película de ar entre eles a qual provocará uma resistência elétrica à passagem da corrente; pela ionização desta camada de ar estabelece-se uma corrente elétrica que provocará um alto desprendimento de calor submetendo as pontas dos eletrodos a alta temperatura. Note-se que neste instante a fonte curto circuitada e a voltagem lida, no voltímetro, estará margeando a zero (ou pelo menos tenderá), e enquanto o amperímetro acusará uma corrente bastante alta, que no limite, tende a corrente de curto circuito.

c) Se os eletrodos são cuidadosamente e convenientemente separados, teremos então a formação do arco elétrico e ainda a passagem da corrente, pois os eletrons, saindo do catodo, colidem com as moléculas e átomos do ar, transformando-se em íons e elétrons livres que se orientam no campo magnético. Neste instante, uma observação dos aparelhos mostrará no voltímetro uma voltagem relativamente baixa e uma corrente bastante alta.

A descrição acima representa a maneira usual de se obter o arco para soldagem nos processos de solda manual, MIG/MAG, arco submerso, eletrodo tubular. Exetua-se no processo TIG, pois em muitos casos não se recomenda tocar o eletrodo na peça para estabelecer o arco: usa-se, para este caso, uma alta frequência, embora seja preferido, por muitos pesquisadores, devido a não consumir o eletrodo e ao fornecimento de um longo período de observação, aproximando-se bastante de um arco elétrico com eletrodos de carvão.

4.4.4 EXERCICIO II

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Escolha 10 questões e responda:

1) Porque fontes de corrente constante fornecem uma tensão variável, como se dá esta variação em relação ao comprimento do arco elétrico? Explique através de gráficos.

2) Qual a diferença entre ionização e dissociação? Analise em função de um gás qualquer sujeito a um arco elétrico.

3) Qual a função do Shunt em uma instrumentação para aquisição de dados para soldagem ao arco elétrico? Explique seu funcionamento.

4) Dê uma definição suscinta de arco elétrico empregado na soldagem. Use suas palavras.

5) Quais são as principais funções do arco elétrico na soldagem?

6) Faça um esquema de um arco elétrico, identificando suas regiões.

7) Explique o que é polaridade direta e inversa para corrente contínua num circuito de soldagem.

8) Defina o que é corrente de soldagem.

9) Faça um esquema de uma fonte de corrente constante de núcleo móvel.

10) Qual a função da tensão em vazio em uma fonte de energia para soldagem ?

11) Porque é necessário realizar um curto circuito no eletrodo revestido para que o arco se estabeleça?

12) Enumere os principais parâmetros primários de soldagem a arco elétrico, e como eles se relacionam? (Fórmulas).

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

13) Quais as principais fontes de energia de soldagem, faça-as em diversas classificações, como tipos de fontes, características, tipos de construção.

14)Descreva uma fonte de soldagem que forneça corrente constante

15)Descreva uma fonte de soldagem que forneça tensão constante.

16)Qual o tipo de fonte indicado para soldagem manual eletrodo revestido.

4.5 SOLDAGEM DE JUNTAS SOLDADAS

6^a, 7^a, 8^a, 9^a Semana, Soldagem de juntas chanfradas por oxi-corte.

4.5.1 RELATÓRIO I

O relatório conterá as seguintes informações:

-Croqui da Junta: Dimensionamento do Corpo de Prova.
- Angulo do Chanfro
- Abertura de Raiz
- Nariz
- Comprimento
- Largura
- Espessura
- Calcular a massa teórica a ser depositado(VER REVISTA CONARCO).

-Método de Limpeza

-Croqui da sequência de Soldagem
- Raiz
- Enchimento
- Acabamento
- Goivagem

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

-Exame Visual da Junta soldada: Fazer croqui e identificar as descontinuidades.

- Tabela com os Parâmetros de Soldagem
  - Corrente
  - tensão
  - Velocidade de Soldagem
  - Número de Eletrodos Consumidos
  - Tempo Gasto Real e o teórico (somente de arco aberto)
  - Calcular a massa real depositada

-Fazer uma análise dos cálculos Teóricos e reais (analise em metros de solda, ex.: Kg/m, Kg/h etc.)

4.6 GOIVAGEM POR ELETRODO DE CARVÃO

4.6.1 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO

Este processo também e chamado de corte a grafite, os eletrodos são considerados não consumíveis, mas desgastam-se com o uso.

O processo utiliza uma tocha especial que assemelha-se ao alicate do processo eletrodo revestido, adaptado com um orifício que direciona um jato de ar comprimido para a expulsão do metal líquido proveniente da poça de fusão formada pelo arco elétrico entre o eletrodo e a peça.

4.6.2 TIPOS DE ELETRODOS

Diversos tipos de eletrodos são usualmente empregados no processo de goivagem a arco, os mais comumente usados são os revestidos de cobre com núcleo de grafite (carbono), estes prestam-se para serviço em corrente continua, são disponíveis nas bitolas de 4,0 ate 25,4 mm.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Eletrodos de grafite de menor custo também são fabricados sem revestimento somente para corrente continua, mas são poucos utilizados restringindo-se a bitolas de até 9,5 mm, os eletrodos revestidos de cobre são geralmente preferidos, devido ao desgaste menor durante a operação do que os eletrodos nus, os eletrodos revestidos de cobre também podem ser fabricados para operarem em corrente alternada, nesses há a necessidade de se adicionar elementos estabilizadores de arco, estando disponíveis nos diâmetros de 4,0 ate 13,0 mm.

Na TABELA 6.2 temos os tipos de corrente recomendadas para diversos diâmetros de eletrodos.

TABELA 6.2 - TIPO DE ELETRODO E CORRENTE RECOMENDADA

Material	Tipo de Eletrodo	Fontes de Corrente
aço	CC	CCEP
	CA	CA
aço inox	CC	CCEP
	CA	CA
Ferro Fundido	CC	CCEP (corrente alta)
	CA	CA ou CCEN
Ligas de cobre	CC	CCEP
	CA	CA ou CCEN

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Ligas de níquel	CA	CA ou CCEN
	CC	não recomendável

4.6.3 FONTES DE ENERGIA

Fontes padronizadas para uso industrial, podem ser usadas para goivagem, máquinas de solda para servicos leve não são adequadas para este fim.

As faixas de tensão de arco normalmente empregadas estão em torno de 35 a 56 V, as tensões em vazio devem ter no mínimo 60 V, na TABELA 6.3.2 estão relacionadas as máquinas mais comuns para uso em goivagem a arco, na TABELA 6.3.1 as faixas de corrente recomendadas.

TABELA 6.3.1 - FAIXA DE CORRENTE RECOMENDADA

Tipos de Fonte	Corrente (A) Diâmetro Eletrodo (mm)						
	5,0	6,0	8,0	9,5	12,7	16,0	19,0
CCEP	150 200	200 400	250 450	350 600	600 1000	800 1200	1200 1600
CA	150 200	200 300	300 500	400 600			

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

CCEN	150 180	200 250	300 400	400 500			

OBS.:Para eletrodos de 4,0 mm usar CCEP de 90 a 150 A

TABELA 6.3.2 - FONTES DE GOIVAGEM A ARCO

Tipo de Corrente	Tipo de Fonte	Observações
CC	Motor de corrente constante	Recomendado para todas as bitolas de eletrodo
CC	Motogerador, Retificador de Tensão	Recomendado para bitolas acima de 6,4 mm
CA	Transformador	Usado para eletrodos especiais para CA
CC/CA	Retificador	Transformador-Retificador

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.6.4 AR COMPRIMIDO

A pressão de trabalho normalmente empregada para goivagem são da ordem de 5,6 a 7,0 Kgf/m^2, tochas para serviço leve podem trabalhar com garrafas de ar comprimido com pressões em torno de 2,8 kgf/mm2, pressões acima de 7,0 kgf/mm^2 algumas vezes são usadas, mas não oferecem nenhuma vantagem na eficiência de remoção de metal.

Na TABELA 6.4 temos o consumo de ar comprimido por diâmetro de eletrodo.

TABELA 6.4 - CONSUMO DE AR COMPRIMIDO

Diâmetro (mm)	Aplicação	Pressão (Kg/cm^2)	Consumo (l/min)
6,4	manual, serviço leve	2,8	85
8,0	manual, serviço leve	5,6	250
9,5	uso geral	5,6	450
16,0	semi-automático	5,6	700

4.7 ENSAIO DE SOLDABILIDADE (RELATÓRIO II)

4.7.1 INTRODUÇÃO

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Existem vários tipos de ensaio de soldabilidade, cada um é aplicável a um finalidade específica, por exemplo: para testar-se a suscetibilidade a trinca a frio, usa-se o ensaio teken, para determinação de trinca a quente usa-se o ensaio circular, além destes ensaios existem outros para a determinação das mesmas propriedades com critérios de execução diferentes.

O ensaio que vamos executar destina-se exclusivamente a avaliar o desempenho do eletrodo revestido quanto a sua execução de cordões de solda, de acordo com diversos aspectos de acordo com a tabela a seguir, deve-se ter em mente que este ensaio é uma parte da homologação do consumível que envolve vários tópicos dependendo das exigências da norma do consumível, os ítens podem ser por exemplo: análise química, tração, impacto, radiográfico, etc.(estes tópicos serão vistos em controle de qualidade), estes ensaios se aplicam também a outros tipos de consumível, como varetas, arames, fluxos, etc.

Para a execução deste ensaio, serão necessários alguns requisitos do soldador tais como: dominar a execução de cordões em todas as posições, conhecer o tipo de liga metálica, sua soldabilidade e características

Para que tenhamos sucesso no ensaio, faremos um teste comparativo, atribuindo nota a eles,e anotando alguma característica especial que o distingue entre ele, um comentário geral a respeito do consumível, e em seguida escolher em ordem de preferência, levando-se em consideração o conjunto de notas atribuídas.

O ensaio deve ser feito conforme as indicações do fabricante e da norma do consumível, sendo os parâmetros principais, como: tipo, polaridade e intensidade da corrente, tensão e velocidade devem preferencialmente ser feitos no meio da faixa operacional(ponto médio), e devem ser realizados nas mesmas condições para todos os eletrodos testados, em cada um dos requisitos da tabela deve-se atribuir uma nota de 1 a 3 sendo que a coluna da esquerda é de maior valor.

Após a avaliação de todos os ítens e levando-se todos os comentários poremos em ordem de preferência os eletrodos ensaiados quanto ao aspecto soldabilidade. Na avaliação temos que considerar o conjunto todo, e não um aspecto particular, por exemplo: o eletrodo solda muito bem na posição plana, e muito mal na posição vertical, já o outro solda razoavelmente bem em todas as posições, sendo que o eletrodo é designado para todas as posições, devemos

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

escolher o segundo pois o eletrodo é mais versátil salvo se nossa aplicação se restringir a posição plana cordão sobre chapa e juntas em T somente filetes, escolheremos então o primeiro, mas de um modo geral damos a preferência ao eletrodo que tenha mais recursos.

4.7.2 AVALIAÇÃO

1)Adotar notas de 1 a 3 e numerar as posições testadas
2)Avaliação geral do consumível, dar um comentário do desempenho geral, avaliando os avaliando os aspectos dos ítens a) a i) conforme Planilha 5.2
3)Classificação que em ordem de preferência

PLANILHA DE ENSAIO DE SOLDABILIDADE

PARÂMETROS	VALORES
Tipo da Corrente e Polaridade	
Intensidade da Corrente (A)	
Tensão de arco (V)	
Velocidade do Eletrodo (Cm/min)	

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	FABRICANTE A	FABRICANTE B	FABRICANTE C

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

a)Abertura de arco			
b)Reabertura de arco			
c)Nível de Respingo			
d)Estabilidade de arco			
e)Fusão do Consumível			
f)Escória(Formação e destacabilidade)			
g)Mordeduras			
h)Excentricidade do			
i)Quantidade de Fumos			
POSIÇÕES DE SOLDAGEM			
AVALIAÇÃO GERAL			
CLASSIFICAÇÃO			

4.8 LEVANTAMENTO DE CUSTOS EM SOLDAGEM (RELATÓRIO III)

4.8.1 INTRODUÇÃO

Para a determinação dos custos em soldagem são necessários diversos parâmetros para obtermos um custo final de uma junta soldada, no presente

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

experimento determinaremos as principais variáveis, ficando a determinação do custo final de soldagem dependente de uma composição de diversos fatores específicos, que dependem do local da realização do trabalho, tais como: preparação de junta, tipo de processo empregado, custo da energia elétrica, custo de mão-de-obra, custos indiretos de administração, depreciação de equipamentos, etc.

Os itens abaixo estão em ordem cronológica de execução

4.8.2 DETERMINAÇÃO DAS FAIXAS OPERACIONAIS

Antes de iniciarmos o trabalho de levantamento de parâmetros, somos obrigados a saber quais são os limites que o processo de soldagem, máquina, soldador, local de trabalho nos impõe, e a faixa de parâmetros em que iremos trabalhar

A determinação da-se variando-se a corrente entre o mínimo e o máximo observando-se o aspecto do cordão o nível de respingo, ocorrência de mordeduras, etc. e através desta análise determinamos as faixas para que o soldador execute soldas de boa qualidade.

a) Determinação da corrente máxima
mínima

b) Eletrodo revestido E 6010 E 6013 E 7018

c) Diâmetros para cada revestimento 2,5 3,25 4,0

d) Parâmetros

e) Posição: plana, horizontal, vertical

Constantes: Cordão sobre chapa Corrente continua polaridade inversa
Velocidade de Soldagem média
Oscilação do eletrodo mínima possível
Tamanho de arco curto
Ângulo do eletrodo 90° a 70°
Soldar sempre com o mesmo soldador e máquina

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.8.3 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO METAL DEPOSITADO E DO COEFICIENTE DE DEPOSIÇÃO CONFORME ISO 2401

Faça um resumo geral de todos parâmetros obtidos e calculados, um formulário e as definições dos parâmetros tais como:

RN - Eficiência Nominal do eletrodo

RE - Eficiência efetiva do eletrodo

RG - Metal de solda Depositado total

.

.

Lw - Medida total do comprimento do arame nu

Sugere-se que faça tabelas para cálculo dos parâmetros da norma como segue:No. CP, Amps, Volts, Tempo, Compr., Peso inicial da chapa, Peso Final Chapa, Tipo de Eletrodo, Diâmetro da alma, Peso inicial do Eletrodo, Peso das pontas, Peso do metal Depositado

a) Eletrodo revestido E 6010 E 6013 E 7018

b) Diâmetros para cada revestimento 2,5 3,25 e 4,0

4.8.4 DETERMINAÇÃO DO EFEITO DA CORRENTE NA EFICIÊNCIA DO METAL DEPOSITADO E DA TAXA DE DEPOSIÇÃO

a) Eletrodo revestido E 7018

b) Diâmetros para cada revestimento 2,5 3,25 e 4,0

c) Utilizar corrente mínima

média

máxima

4.8.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O RELATÓRIO

a)Geral

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Algumas considerações tem que ser feitas para a determinação confiável dos parâmetros de soldagem, deve-se tomar cuidado quanto a velocidade de soldagem, o comprimento de arco, oscilação do eletrodo,sentido de avanço, tensão de arco, ângulo de inclinação do eletrodo em relação a peça,etc. Estes parâmetros devem ser mantidos constante durante todo a fase do experimento, devendo ser registrada para futura confrontação de dados. Para determinação inicial dos parâmetros a serem usados no experimento, devemos determinar quais as faixas a serem utilizadas. Deve-se fazer uma tabela com os dados encontrados que serão utilizados posteriormente.

Sugere-se os seguintes ítens: Tipo do Eletrodo, bitola, corrente, tensão, velocidade de soldagem, obs de faixa.

No experimento determinaremos os principais parâmetros, com o auxilio da norma ISO 2401, pois através destes podemos determinar a totalidade dos diversos custos envolvidos na fabricação de um componente os quais são necessários uma série de dados específicos que não é o objetivo deste experimento,

b)Gráficos e tabelas

As tabelas deverão conter o enunciado do parâmetro analisado, e estar de forma que seja de fácil visualização do conteúdo, os gráficos deverão estar em papel milimetrado deverá conter o parâmetro analisado o tipo de material, sendo que o parâmetro variado deverá estar nas abssiças e o resultado obtido em tais variações nas ordenadas

4.8.6 PARÂMETROS A SEREM REGISTRADOS EM TODOS OS ENSAIOS

a) Peso da chapa antes e depois do deposito
b) Peso do eletrodo antes e depois de consumido
c) Peso do arame nu
d) Peso das pontas dos eletrodos consumidos com e sem revestimento
e) Tempo de arco aberto
f) Comprimento do cordão

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

g) Tipo da corrente, polaridade e intensidade
h) Tensão de arco

4.8.7 TABELA DOS CORPOS DE PROVA NECESSÁRIOS PARA CADA BITOLA

Tipo de rev.	Bitola	Corrente
E 6010	2,5;3,2;4,0	Média
E 6013	2,5;3,2;4,0	Média
E 7018	2,5;3,2;4,0	Mínima;Média;Máxima

4.8.8 TABELA DOS ELETRODOS NECESSÁRIO

Revestimento	Bitola	Qtd Total	Qtd Pesados
E 6010	2,5		
E 6010	3,2		
E 6010	4,0		
E 7018	2,5		
E 7018	3,2		
E 7018	4,0		
E 6013	2,5		

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

E 6013	3,2		
E 6013	4,0		

4.8.9 RELAÇÃO DO MATERIAL E EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

a) Material Base: chapas de Aço Carbono limpas e pesadas

b) Balança Analítica

c) Cronômetro

d) Trena

e) Regua

f) Amperímetro/voltímetro

g) Lixadeira

h) Paquímetro/régua milimetrada

i) Posto de soldagem com equipamentos de limpeza.

4.9 AVALIAÇÃO DAS INFLUENCIAS DAS VARIÁVEIS PRIMÁRIAS NOS PARÂMETROS SECUNDÁRIOS NO PROCESSO ARCO SUBMERSO (RELATORIO IV)

A analise da influencia dos parâmetros de soldagem, tem importância fundamental para a o bom desempenho no desenvolvimento e otimização de procedimentos de soldagem.

Propõe-se a seguir um método para avaliar tais parâmetros:

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

O primeiro passo será definir a faixa operacional do processo de soldagem, tal definição é demorada e isto já foi mostrado em custos em soldagem, na tabela abaixo é dado as faixas operacionais.

O segundo passo será fixare todos os parâmetros em um cordão ideal (parâmetros médios), em seguida varia-se o parâmetro primário desejado

O terceiro passo será análisar os efeitos destes parâmetros nos parâmetros secundários, para isso é proposto uma relação de perguntas que deverão ser respondidas no relatório

LISTA DE QUESTÕES

Para a elaboração do relatorio IV escolher 1 questão para cada componente do grupo, sendo a questão 1 obrigatoria

1) Escolha 4 parâmetros primarios abaixo, e analise em profundidade em relação a 3 parametros secundários, analise em função de graficos, tabelas, e se possível confrontando com a bibliografia fornecida, de acordo com os experimentos realizados.

1.1)Parametros Primarios
a) Corrente
b) Tensão
c) Velocidade de Soldagem
d) Distância Bico peça
e) Polaridade
f) Tipo de Fluxo
g) Diametro do Arame

1.2) Parametros Secundarios
a) Perfil do Cordão
- altura
- largura

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

- penetração
- largura da ZTA

b) Diluição
c) Taxa de Deposição
d) Aporte de Energia
e) Dureza
f) Consumo de Fluxo

2) Quais os parametros que aumentam significativamente a penetração ? mostre graficamente.

3) De acordo com o experimento defina quais os parametros a ser empregados para a soldagem de uma chapa de 8 mm de espessura em chanfro ? mostre graficamente.

4) Qual a melhor relação entre os parametros de soldagem e o consumo de fluxo ? analise em função da maior taxa de deposição com menor consumo de fluxo possível.

5) Quais os parametros primários que mais influenciam a largura da ZTA ? liste em ordem de importancia.

6) Qual o parametro que aumenta a taxa de deposição sem alterar o aporte de energia ?

7) Quais os parametros de soldagem que escolheria dentro dos parametros encontrados no exeperimento, para executar por exemplo um revestimento anti-corrosivo (tipo AISI 316), pelo processo arco submerso com uma altura mínima de 3 mm ? forneça o procedimento e procure avaliar em função da diluição e taxa de deposição

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

8) Quais os parametros de soldagem que escolheria,para executar cordões de acabamento de uma junta de topo com o melhor formato de cordão possível ? lembre-se que o exigível é a menor altura possível.

9) Qual o parametro que voce modificaria em uma solda hipotética em que voce tem problemas de inclusões de escoria na s laterais do cordão ? explique a causa e solução.

10) Quais os parametros que aumentam a taxa de deposição ? mostre graficamente.

11) Prove que a taxa de deposição independe da velocidade de soldagem, mostre com os experimentos feitos.

12) Qual a relação entre aporte de energia e a largura da ZTA ?

13) Qual a relação entre o aporte de energia e a dureza da ZTA e no metal Base ?

14) Sabendo-se que o material Base soldado do esperimento A36, admite uma dureza máxima de 350 HV 10, encontre a faixa de energia para esta dureza.

15) Qual o parametro que nos fornece a menor diluição possível ? pode-se otimizar uma redução maior de diluição alterando-se outro parametro ?

16) Qual a magnitude dos parametros de soldagem, que influenciam no aporte de energia ? correlacione de acordo com a faixa operacional fornecida para a máquina de soldagem instalada no laboratorio.

17) Porque temos que controlar o consumo de fluxo ? escreva duas razões e liste quais os parametros que provocam um aumento do consumo significativo.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

18) Quais os parametros que devemos controlar, se em uma solda hipotética temos uma grande deposição de material atravéz do fluxo ? analise em função do experimento.

19) Determine uma tabela para calculo de garganta ou cateto em solda de filete, execute soldas práticas e faça a tabela com os resultados, utilizando o minimo de cordões possíveis.

20) Quais os parametros primarios que influenciam na taxa de resfriamento ? mostre de acordo com os experimentos.

Nomeclatura, Formulario e Unidades

a)Dimensões do formato do cordão

a - altura do cordão [mm]
l - largura do cordão [mm]
p - penetração do cordão [mm]
zta - largura média da ZTA [mm]

b) Diluição

$$D=\frac{B}{A+B}[\%]$$

sendo A - áarea do reforço
B - área da zona fundida

c) Taxa de Deposição

$$T_d=V_a f^2 K$$

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

onde:
Va - [cm/min]
∅ - [mm]
T_d - [Kg/h]
K - 3,7 10^{-3}

d) Velocidade do Arame

$$T_d = V_a f^2 K$$

onde:
Va - [cm/min]
∅ - [mm]

e) Dureza
HV - HV 10

f) Consumo de Fluxo
Cf - [g/m]

g) Aporte de Energia

$$H = \frac{UI}{Vs} 60 [J/cm]$$

sendo : I - corrente
U - tensão
Vs - Velocidade de Soldagem

h)Parametros de Soldagem
Corrente I - [A]
Tensão U - [V]
Velocidade de Soldagem Vs - [cm/min]

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Stick Out St - [mm]

TABELA 9.1 Faixas Operacional Para a Máquina Bambozzi 600 A

Parâmetro	Mínimo	Médio	Máximo	Variação
Polaridade	(-)	(+)		
Distância Bico-Peça (mm)	15	30	100	± 5
Corrente (A)	250	420	600	± 20
Tensão (V)	20	30	40	± 2
Veloc. de Soldagem (cm/min)	20	50	100	± 5
Bitola do Arame (mm)	2,4	3,2	4,0	± 0,02
Tipo de Fluxo	10.71	10.81	200 CA	

b) Parametros secundarios

- Velocidade do arame (cm/min)

- Dimensoes do cordão de solda (mm)
  a = altura
  l = largura
  p = penetração
  zta = largura da zona afetada pelo calor
- Diluição (%)
- Taxa de Deposição (Kg/hora)
- Aporte de Energia (KJ/cm)

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

- Consumo de Fluxo (g/m)

Razão da quantidade de fluxo fundido pelo comprimento do cordão.

- Dureza (HV 5)

4.9.1 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE ARAME

O equipamento para alimentação de arame para o processo SAW, è similar ao usado em GMAW E FCAW. O eletrodo e acondicionado em bobinas ou rolos. O eletrodo è dirigido a uma pistola a arco (bico + bocal), por um jogo de roldanas, movimentadas por um motor elétrico.

Tem-se dois métodos usados para se controlar a velocidade de alimentação do arame, ou com uma fonte de tensão constante ou uma de corrente constante, No caso do nosso laboratório é a primeira que fornece uma velocidade constante pelo moto alimentador de arame fornecendo a corrente desejada. Devido as caracteristicas da fonte de energia há uma diminuição de tensão para um aumento de corrente, isto deve ser levado em consideração nas regulagens da máquinas, pois ficará mais fácil.

4.9.2 VARIÁVEIS PRIMÁRIAS

Tem-se por ordem de importância na influência na alteração do processo arco submerso as seguintes variáveis:

a)Corrente de soldagem
b)Tipo de fluxo e distribuicao granulomètrica
c)Tensao de soldagem
d)Velocidade de soldagem
e)Diâmetro do arame
f)Distância do bico de contato a peça (stick out)
g)Tipo do arame
h)Comprimento e profundidade da camada de fluxo

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.9.3 CORRENTE DE SOLDAGEM

A corrente tem grande influencia no processo, pois è a que controla a taxa de fusão do eletrodo, a profundidade da penetração e o volume de metal fundido, algumas regras podem ser lembradas para a corrente de soldagem:

a)O aumento da corrente, aumenta a penetracao e a razão de fusão.

b)Correntes excessivamente altas, produzem arcos profundos, mordeduras ou ângulo excessivo de cordão.

c)Corrente excessivamente baixas, produzirao instabilidade de arco.

d)Ver TABELA 7.3 - correntes indicadas para diversas bitolas de eletrodos

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

TABELA 9.3 - FAIXAS DE REGULAGEM DE CORRENTE PARA AÇOS

Diâmetro do Arame (mm)	Regulagem da Corrente (A)
2,4	230 a 700
3,2	300 a 900
4,0	420 a 1000
4,8	480 a 1100
5,6	600 a 1200
6,4	700 a 1600
7,9	1000 a 2500
9,5	1500 a 4000

4.9.4 TENSÃO DE SOLDAGEM

A tensao de arco varia de acordo com o comprimento estabelecido entre o eletrodo e o metal de solda fundido, a tensao de arco è diretamente proporcional ao comprimento de arco.

A tensao provoca pequenas mudanças nas taxas de deposição, que è determinada principalmente pela corrente, a tensao determina principalmente o aspecto externo da forma do cordão de solda.

Mantendo-se todas as variáveis fixas, e aumentando-se a tensao temos:

a.Um cordão largo e plano

b.Consumo de fluxo será maior

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

c.Reduzirà a porosidade
d.aumenta-se a adição de elementos de liga quando estiver no fluxo.
e.Melhora a soldagem quando tivermos pequenas aberturas na raiz da junta

Tensao muito alta pode provocar:

a.Trincas no cordão
b.Dificuldade de remocao de escoria em juntas chanfradas
c.Aumenta-se a mordedura

Tensoes baixas produzem melhorias na penetracao em chanfro profundo, e tem-se melhor controle sobre o sopro magnético, tensoes excessivamente baixas produzirao um cordão alto e estreito, dificultando a remocao da escòria

4.9.5 VELOCIDADE DE SOLDAGEM

Com qualquer combinação de corrente e tensao os efeitos da velocidade geralmente serao iguais assim sendo, se aumentarmos a velocidade de avanço:
a.O aporte de energia por unidade de comprimento diminuirà
b.Menor quantidade de metal de adição por unidade de comprimento, consequentemente teremos menor reforço de cordão (pela otica do acabamento)
c.A penetracao diminui, e o cordão de solda serà menor isso serà vàlido quando tivermos velocidade excessivamente baixas, este parâmetro e o segundo em ordem de importância, a explicacao da-se quando o arame mergulha na pca de fusão, na qual a força do arco proporciona um aumento da penetracao.

Uma das maneiras de se ajustar o parâmetro velocidade è atravès do tamanho do cordão, velocidades muito altas diminuem a diluicao entre o metal base e o de adição, dai tem-se mordedura, sopro magnético e porosidade.

Baixas velocidades facilitam a difusão de gases e consequentemente diminui a porosidade, pois dà-se um tempo maior de solidificação.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Velocidades muito baixas produzem:

a.Cordões convexos sujeitos a trincas

b.Exposição do arco, ocasionando problemas ao operador

c.Cordão irregular e inclusões de escoria (devido a grande poça de fusão formada)

4.9.6 DIÂMETRO DO ARAME

O diâmetro do arame do eletrodo afeta o formato do cordão de solda e a profundidade da penetracao quando tem- se mais dificuldade de alinhamento da junta, os eletrodos mais grossos são mais indicados, eles facilitam a operacao quando encontramos aberturas de raiz na junta.

A bitola do arame também influenciam nas taxas de deposição.

Os diâmetros mais grossos suportam maiores densidades de corrente que os menores , portanto poderemos obter maiores taxas de deposição.

a.Baixas densidades de correntes produzem um arco mais macio e baixa penetração.

b.O diâmetro do eletrodo afeta a abertura de arco, quanto menor mais fácil o inicio do arco.

4.9.7 DISTANCIA DO BICO DE CONTATO A PEÇA

Em densidades de corrente acima de 125 A mm^2 o stick out é uma importante variável, o aquecimento provocado pela resistencia do arame entre o bico de contato e a peça, pode ser aumentado para aumentar as taxas de fusão, aumentando-se a distancia que é referenciada pela formula I^2R

É recomendável quando no inicio do procedimento de soldagem, que a extensão do eletrodo seja igual a 8 vezes o diâmetro do arame, este parâmetro

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

nos dará um bom inicio de partida. Com o procedimento já desenvolvido e fixado a corrente, obteremos uma
melhor taxa de fusão, ajustando-se o stick out, ao aumentarmos o comprimento, adicionamos o elemento resistência, proporcionando um aumento das taxas de deposição.

Quando se modifica o stick out para maior o formato do cordão se tornará diferente, porèm obteremos a vantagem de aumentarmos as taxas de deposição.

4.9.8 POLARIDADE

A troca de polaridade de CCEP p/ CCEN è acompanhada de aumento da taxa de deposição e consequente diminuicao da penetracao, porem quando se necessita de penetracao o stick out muito grande não è aconselhável.

4.9.9 FLUXOS

As vàrias combinações de fluxos e arames são formulados para atenderem primeiro as propriedades mecânicas do metal depositado.

Os fluxos e eletrodos também afetam a execução de soldas como o aço inox que tem efeito similar ao emprego da técnica com stick out grande, que em consequência trazem uma queda de tensao, com o aumento das taxas de fusão.

As propriedades físicas dos fluxos podem causar consideràveis variações no formato do cordão, limpeza, tendência a mordedura, respingo, tolerância a contaminantes e aparência da solda.

4.9.10 COMPRIMENTO E PROFUNDIDADE DE FLUXO

O comprimento e a profundidade da camada de fluxo granulado, influenciam no aspecto e sanidade do acabamento, bem como na própria execução da solda.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Se a camada for muito alta, provocará uma de formação no cordão é aconselhável uma distância de aproximadamente de 50 mm da adição de fluxo da poça de fusão.

4.9.11 RESUMO DA INFLUÊNCIA DAS VARIVEIS NO PROCESSO SAW

a)CORRENTE

.alta - mordedura, arco erràtico

.baixa - arco instável

b)TENSAO

.alta - dificuldade de remoção da escória
- maior consumo de fluxo

.baixa - dificuldade de remoção da escória
- melhoria no sopro magético
- melhora a penetração

c)VELOCIDADE

.alta - mordedura
- sopro magnético
- porosidade
- cordão irregular

.baixa - centelhamento através do fluxo

d)BITOLA DO ARAME

.alta - menor tendência a perfuração na raiz

.baixa - abertura de arco mais fácil

e)STICK OUT

.alta - melhora a taxa de deposição

.baixa - menor consumo de fluxo

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

f)POLARIDADE

.CCEP = CCEN + 3 a 4 VOLTS

g)FLUXO

.alta - cordão convexo

.baixa - centelhamento

h)CABO TERRA

. O mais longe possível da junta a ser soldada para evitar o sopro magnético.

4.10 ANEXO I

TRADUÇÃO PORTUGUESA
ISO 2401-1972 (E)

ELETRODOS REVESTIDOS - DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA, METAL DEPOSITADO E COEFICIENTE DE DEPOSIÇÃO.

4.10.1 ESCOPO E CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta norma internacional, especifica o método para a determinação da eficiência, metal de solda recuperado e coeficiente de deposição para aço carbono e baixa liga de alta resistência a tração nos diâmetros 3.15 ate 6,3 mm [1]

Para a aplicação desta norma internacional, a precisão da medida especificada é suficiente devido a inerentes variações das características individuais dos eletrodos.

[1] o método descrito pode ser aplicado para outros tamanhos de eletrodos.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

A secção 4 especifica as medidas dos diferentes valores. Este é, porém necessário para medir somente aqueles valores requeridos para o cálculo dos fatores inicialmente determinados.

4.10.2 TERMOS E DEFINIÇÕES

4.10.2.1 Eficiência nominal do eletrodo, *RN*

: è a razão da massa do metal depositado sobre condições padronizadas para a massa do diâmetro nominal do arame nu consumido obs.:(1) o método descrito pode ser aplicado para outros tamanhos de eletrodos.para o eletrodo dado.

4.10.2.2 Eficiência efetiva do eletrodo *RE*

:é a razão da massa do metal depositado sobre condições padronizadas para a massa atual do arame nu consumido.

4.10.2.3 Metal de solda depositado total *RG*

:é a razão da massa do metal de solda depositado, sobre condições padronizadas do total da massa do eletrodo testado.

4.10.2.4 Eficiência de deposição *RD*

:é a razão da massa do metal depositado, sobre condições padronizadas da massa total do eletrodo consumido, excluindo-se as pontas dos eletrodos.

4.10.2.5 Coeficiente de deposição *D*

:é a massa de metal de solda depositado sobre condições padronizadas por ampere minuto para um eletrodo dado.

Quando no relatório houver a menção dos resultados, estes devem ser fixados com as abreviações *RN,RE,RG,RD e D* e indicar o tipo de corrente usado para estabelecer os valores, devendo usar os sufixos abaixo:

CC positivo *RN +*
CC negativo *RN -*

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

CA *RN ~*

4.10.3 CHAPA TESTE

4.10.3.1 Número

Para cada diâmetro de eletrodo testado, uma chapa teste deve ser soldada.

4.10.3.2 Especificação

A chapa teste será de aço carbono (até 0,25 % C) e deverá ter aproximadamente as seguintes dimensões:

Largura 75 mm
Comprimento 300 mm
Espessura 12 mm

Na maioria dos casos uma chapa só será suficiente, mas se em alguns casos não for suficiente, uma segunda chapa teste com mais 150 mm ou se necessário, 300 mm deve ser colocada no final da primeira chapa.

Para facilitar a pesagem após soldagem, a chapa teste pode, quando for constituída de duas chapas, serem quebradas em duas.

A superfície da chapa onde o depósito será feito, deverá estar limpa, se necessário por esmerilhamento ou outro meio de limpeza para limpar oxidações, tintas, óleo, etc. , após limpeza e antes de soldar, a chapa teste será pesada com precisão de +- 1g.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.10.4 PROCEDIMENTO

4.1 Três ou cinco eletrodos [2] no diâmetro a ser testado em uma chapa teste, antes de soldar, os eletrodos serão pesados com aproximação +- gr, a massa total de três ou cinco eletrodos será chamada de m_E .A massa de três ou cinco arames, obtidos pela remoção cuidadosa do revestimento vindo de uma mesma corrida, será de m_W . A massa de três ou cinco arames m_W podem ser obtidos pelo cálculo após a medida do diâmetro e do comprimento total L_W do arame nu dos eletrodos a serem testados, assumindo-se a densidade do aço em 7,85 g/cm^3.

4.2 A corrente de soldagem será por volta de 90 % do, valor da corrente máxima na faixa da posição plana, indicado pelo fabricante do eletrodo constante na embalagem. Este valor será medido por meio de um alicate amperímetro classe 2 de precisão. Para AC, o valor RMS da corrente (root mean square) deverá ser medido. O ajuste da máquina não será mudado durante o teste. Para o cálculo do coeficiente de deposição, o valor médio /m do valor RMS da corrente medida durante o teste será usado.

4.3 O comprimento do arco e o procedimento de soldagem será típico para o eletrodo inicialmente usado e o cordão será isento de defeitos.

4.4 Os eletrodos adequados somente para corrente continua, ou aqueles para que o fabricante especificar a corrente contínua como preferível, será testada na corrente contínua na polaridade recomendada pelo fabricante.

4.5 Os eletrodos adequados para ambas CC e CA será testada na CA, neste caso as seguintes providências para o transformador de solda são recomendadas:

[2] Se a massa de deposito de cada eletrodo é maior que 100g permite-se usar somente tres eletrodos.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

a) O transformador deverá ter uma tensão em aberto (OCV) não maior que 10 V do valor mínimo indicado pela marcação do eletrodo;

b) Para o ajuste usado na soldagem, a forma da onda da corrente fornecida pelo transformador em condições de curto circuito deverá ter um fator de forma F [3] dentro dos seguintes limites:

$$1{,}11 < F < 1{,}2$$

4.6 Cada eletrodo será depositado na posição plana e usado sem interrupção até a ponta atingir 50 mm de comprimento remanescente (é recomendado que o comprimento requerido da ponta seja marcado no eletrodo antes de iniciar a soldagem)

4.7 O tempo de arco de cada eletrodo será medido com precisão de + ou - 0,2 s, e o tempo total de arco t para os três ou cinco eletrodos será calculado em minutos t.

4.8 Após cada cordão, a chapa teste deve ser resfriada em água, mas a chapa teste deve ser seca antes de soldar. A escória e respingos aderidos na chapa teste devem ser cuidadosamente removidos antes da deposição subsequente, a temperatura interpasse não deve ceder a 100 Celcius.

[3] Para a corrente alternada, o fator forma F é a razão do valor da RMS e o valor principal medido. os limites dados acima corespondem para aqueles observados normalmente nos transformadores de solda em regime de curto circuito. O fator forma também pode ser determinado em registro oscilográfico ou usando dois amperímetros em série, um tendo a escala em valor RMS da corrente e não muito sensível ao formato da onda (por exemplo ferromagnético), e o outro tendo na escala principal o valor da corrente, por ex. eletromagnético com tipo retificador.

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.9 Após cada passe executado, as pontas devem ser guardadas, tomando-se o cuidado para não perder o revestimento não fundido, e quando os três ou cinco eletrodos esfriarem dever ser:

1) Pesados com precisão de + ou - 1 g e a massa total ms determinada;

2) Pesados após remover cuidadosamente o revestimento remanescente e a massa total mw_S determinada;

3) Medir os arames nus (+ ou - 1 mm) para determinar a medida total das pontas Ls.

4.10 Após completada a soldagem, a chapa teste será resfriada a temperatura ambiente, e após retirar toda a escoria e respingos aderidos na chapa teste(e também após secar a água utilizada para resfriar, quando for aplicado), esta deverá ser pesada com precisão de + ou - 1 g, a massa total do depósito mD pode ser determinada efetuando-se a diferença com a massa inicial da chapa encontrada no item 4.1.

4.11 O comprimento total das pontas deverá estar entre os comprimentos 240 a 260 mm, para cinco eletrodos e entre 144 e 156 mm para três eletrodos. Se o comprimento total exceder estes limites o ensaio deve ser repetido.

4.10.5 CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DO METAL RECUPERADO

5.1 A massa nominal total dos comprimentos do arame nu de três ou cinco eletrodos m_{CN}, será calculado, tomando-se por base o diâmetro nominal e o comprimento nominal menos a medida de comprimento (precisão + ou - 1 mm) de arame nu de três ou cinco pontas Ls, a densidade do aço é assumida em 7,85 g/cm3.

5.2 A massa efetiva total do comprimento consumido do arame nu de três ou cinco eletrodos m_{CE} é dado pela fórmula:

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

$$m_{CE}=m_W(1-\frac{L_S}{L_W})$$

onde:
m_W : é a massa total dos arames nus;
L_S : é a medida total do comprimento das pontas;
L_W : é a medida total do comprimento do arame nu;

ou alternativamente pela fórmula:

$$m_{CE}=m_W-m_{Ws}$$

onde:
m_{WS} : é a massa total dos arames nus nas pontas remanescentes.

5.3 A eficiência nominal do eletrodo é dado pela razão:

$$RN=\frac{m_D}{m_{CN}}.100(\%)$$

onde:
m_D : é a massa do metal de solda depositado;
m_{CN} : é a massa nominal do metal nu;

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

5.4 A eficiência efetiva do eletrodo é dada pela razão:

$$RE=\frac{m_D}{m_{CE}}.100(\%)$$

5.5 O metal de solda total recuperado é dado pela razão:

$$RG=\frac{m_D}{m_E}.100(\%)$$

onde:
m_E :é a massa total dos eletrodos testados

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

5.6 A eficiência de deposição è dado pela razão:

$$RD=\frac{m_D}{m_E m_S}.100(\%)$$

onde:
m_S : é a massa total das pontas

Os valores das eficiência e dos recuperados calculados de acordo com 5.3 até 5.6 será expressado. conforme o arredondamento em decimais a seguir, por exemplo 93,4 % será 93%, 93,5 será 94%).

4.10.6 CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEPOSIÇÃO

O coeficiente de deposição, expressado em gramas por ampere minuto, é dado pela razão:

$$D=m_D(/m.t)$$

onde:
m_D : é a massa do metal depositado, em gramas;

/m : é a corrente de solda, em ampere;

t : é o tempo de arco, em minutos.

O valor calculado acima será expressado com duas casas decimais (por exemplo: 0,16 g/(A min.) para 0,164 g/(A min.) e 0,17 g/(A min.) para 0,165 g/(A min.).

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

4.11 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

TURMA:

SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PRATICA																		
EXERC I																		
FISICA																		
EXERC II																		
PRATICA R I																		
SOLDAB.R II																		
CUSTO R III																		
SUB R IV																		

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

Legenda:

Turma A - A

Turma B - B

Todos - T

Aula Dada - X

NOTAS DO PROFESSOR

4.12 BIBLIOGRAFIA EXTRA

- Repassando la teoria

- Shield Metal Arc Welding
- Fisica de Arco

Assuntos das aulas expositivas: (30 à 40 minutos)

- Segurança
- Técnicas Operativas para Soldador
- Eletricidade Básica para Soldador
- Fontes de Energia (Como regular)
- Fisica de Arco
- Processo Eletrodo Revestido

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

- Processo Arco Submerso
- Processo Corte a Grafite
- Testes em Eletrodos Revestidos
- Como Elaborar Relatórios
- Como Fazaer Gráficos
- Como Tirar Conclusões em Relatórios
- Como Determinar variáveis e suas Faixas
- Como avaliar a influência de Parâmetros
- Variáveis de Soldagem a arco
-

1_ aula

- Adquirir uma cópia de apostila edição atualizada
- Obervar Cronograma de aulas
- Entregar relatórios no prazo
- Transcrever os dados obtidos ao final da aula
- Os faltosos tem os mesmos deveres que os presentes
- Informar o programa de aulas, critérios, forma das aulas

Fontes de Energia

- Caracteristica das Fontes
  - Corrente Constante
  - Tensão Constante
- Tipos de Fontes
  - Transformador
  - Transformador-Retificador
  - Transformador tiristorizado
  - Gerador
  - Inversora
  - Pulsares
  - Pulsadas

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

- Modo de construção
    - Bobina Móvel
    - Shunt Móvel
    - Bobina de Saturação

- Abrir uma fonte e descrever principais componentes

6a aula - Ensaio de Polaridade
Chapa Fina
Eletrodo E 6013 ∅ 1/8"
CC- CC+ CA
Vertical Descendente
Usar mesmos parâmetros em todos experimentos
I, V, Vsol. etc.
Verificar as caracteristicas de cada uma das correntes/polaridades
Aspectos analisados, respingos, escoria., mordedura.

4.13 Autor

Professor: Luiz Gimenes Junior

Copyright © 2001 – Centro de Tecnologia de Soldagem – São Paulo/SP

5.0 MANUAL DO PEQUENO EMPREENDEDOR PARA ÁREA DE SOLDAGEM

5.1 RESUMO

5.2 INTRODUÇÃO

5.3 CONCEITOS SOBRE FINANÇAS

5.4 PLANEJAMENTO DO NEGÓCIO

5.5 CONCLUSÕES

5.6 ANEXO 1 - RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

5.7 ANEXO 2 - RELAÇÃO DE SUPRIMENTOS

5.8 ANEXO 3 – PROCESSOS OPERACIONAIS

5.9 AUTORES

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

5.0 MANUAL DO PEQUENO EMPREENDEDOR PARA ÁREA DE SOLDAGEM

5.1 Resumo

Nossa proposta é organizar as informações para que o empreendedor na área de soldagem possa ter subsídios para analisar a montagem de um negócio.
A nossa ênfase será no aspecto técnico, porém não deixando para trás os aspectos de organização.

Nosso limite será uma serralheria, um pequeno negócio, onde os recursos necessários são pouco e uma pequena oficina voltada a serralheria industrial , montando peças conforme desenho , até 150 Kg.

5.2 INTRODUÇÃO

A criatividade e dinamismo do cidadão brasileiro vem alavancando a abertura de novos negócios o que é fundamental para o desenvolvimento do país e desenvolvimento pessoal. O sucesso do negócio está no domínio do conhecimento técnico aliado á uma gestão de processos compatível com os recursos disponíveis, tais como investimento inicial, valores de matéria prima, pessoal necessário .

Este trabalho traz orientações para o empreendedor da área de soldagem seguindo uma metodologia para planejamento de um negócio saudável, onde o empreendedor seja vitoriosos demonstrando formas de orçamento, cálculo de Hora/Homem trabalhada e o ponto de equilíbrio para manutenção do negócio.

5.3 CONCEITOS SOBRE FINANÇAS

Na rotina de um empreendedor, surge a necessidade de conhecer alguns conceitos sobre finanças para verificação periódica da saúde do negócio. Destacamos a seguir, alguns conceitos que colaboram no alinhamento das metas do negócio.

Capital de Giro *(Tab. 1):* É valor mínimo que deve ser mantido em caixa ou em banco, para a manutenção do seu negócio. A regularidade na manutenção do capital de giro é o diferencial em uma situação de emergência, como medida econômicas do governo, acidentes ou tragédias naturais, como enchente, por exemplo.

Matematicamente é a diferença entre o dinheiro que você tem em caixa ou no banco, chamado de ativo circulante e as dívidas a curto prazo, chamadas de passivo circulante.

Para o início de um negócio novo, é bastante prudente a utilização de alguns parâmetros para a obtenção de um valor aproximado inicial para capital de giro, tais

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

como: aluguel mensal, folha de pagamento da empresa, custos iniciais de material de consumo, custo inicial de insumos, frete, custos administrativos, etc.

Exemplificando, acompanharemos nossa linha de raciocínio, realizando cálculos com dados de mercado, para o início de um novo negócio de uma serralheria artística, com 03 funcionários *(Tab. 1A)*, em uma área residencial em que o valor aproximado de custo do aluguel é da ordem de R$700,00 ao mês (salão de 30m^2):

Tab. 1A :Quadro de salários pagos pela indústria

Função:	**Salário: (R$)**
Serralheiro	De R$ 455,00 a R$1.050,00
Ajudante	De R$ 220,00 a R$ 300,00
Secretária	De R$ 440,00 a R$1.000,00
½ Oficial mecânico	De R$ 280,00 a R$ 980,00

Fonte de pesquisa: Folha de São Paulo

Tab. 1: Cálculo do capital de giro

Aluguel mensal	R$ 700,00
Folha de pagamento	R$1.310,00
Custo do material (300kg de ferro)	R$ 360,00
Custos administrativos (telef, água, luz)	R$ 260,00
ValorTotal:	**R$ 2.630,00**

Investimento inicial *(Tab 2)***:** É o valor do investimento para o início de um novo negócio, considerando-se a aquisição de máquinas, aluguel (incluir custos de luvas ou depósitos), folha de pagamento, custo de um estoque mínimo de material, custos administrativos (despesas de escritório: telefone, água, energia elétrica), etc.

Exemplificando:

Tab. 2: Cálculo do investimento inicial

Aluguel mensal (considerar pagamento de luvas ou depósito, de duas a três vezes o valor do aluguel).	R$ 700,00 (x 3) = R$2.100,00
Aquisição de máquinas e equipamentos (veja anexo 1)	R$2.746,80
Folha de pagamento (03 funcionários)	R$1.310,00
Custo do material (300kg de ferro)	R$ 360,00
Custos administrativos (telef, água, luz).	R$ 260,00
ValorTotal:	**R$ 6.776,80**

Custos fixos *(Tab. 3)***:** São os salários administrativos, depreciação, juros, despesas de escritório, despesas de aluguel, entre outros custos que não variam com a quantidade produzida.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Exemplificando:

Tab. 3: Cálculo dos custos fixos

Aluguel mensal	R$ 700,00
Folha de pagamento (secretária)	R$ 440,00
Custos administrativos (telef, água, luz)	R$ 260,00
ValorTotal:	**R$ 1.400,00**

Custos variáveis *(Tab. 4)***:** são os salários da fábrica, matéria prima, comissão de vendas , sempre em função da quantidade produzida. Estes determinam o custo do produto.

No cálculo do preço por metro quadrado, calculamos o peso do material em um metro quadrado de grade simples*(Tab. 4A):*

Tab. 4A: Peso do ferro x peso específico do ferro por metro linear.

08 ferros redondos de ½"	8 x 1,05 = 8,4 kg
03 ferros chatos de ¼" x 1"	3 x 1,20 = 3,6 kg
02 tubos quadrados 4"	2 x 6,4 = 12,8 kg
01 cantoneira	1 x 1,45 = 1,45 kg
Total:	**26,25 kg**

Valor da mão de obra dos funcionários produtivos, em um metro quadrado de grade simples:

$$Valor.hora = \frac{Salarios}{qtde.horas.trabalhadas/mes}$$

$$Valor.hora = \frac{220+650}{176} = R\$4{,}95/hora$$

Tempo de fabricação para um metro quadrado de grade simples *(Tab. 4B)*:

Tab. 4B: Quantidade de horas x m^2 de grade simples:

Tempo de montagem	1 hora
Tempo de usinagem	0,5 hora
Tempo de acabamento	1 hora
Total:	**2,5 horas**

Preço da mão de obra x m^2 de grade = R$4,95 x 2,5 = R$12,375/m^2.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Exemplificando:
Tab. 4: Cálculo do custo variável para um metro de grade simples.

Custo do material [peso do ferro por m^2 *(Tab. 4A)* x preço médio do quilo do ferro]	26,25kg x R$ 1,20 = R$ 31,50
Mão de obra direta *(Tab. 4B)*	R$ 4,95 x 2,5h = R$ 12,375
Materiais consumíveis (calculado na base de 10% sobre o custo do material)	0,1 x R$31,50 = R$ 3,15
Preço de custo:	**R$ 47,025/m^2**
Impostos: (Tomamos como base o imposto Simples Paulista, que prevê um percentual de 6,3% sobre o produto para empresas com este nível de faturamento)	0,063 x R$47,025 = R$ 2,962
Total de custos com imposto:	**R$ 49,980**

Preço de venda: é o melhor preço de venda para o seu produto, competitivo, compatível com seu mercado consumidor.

Exemplificando: Nosso preço de venda para este produto é de R$ 70,00 / m^2, que é o preço médio praticado pelo mercado.

Break Even point: (ponto de equilíbrio) **:** É a situação em que a receita gerada pela venda do seu produto é igual a todos os seus custos fixos e variáveis.

Depois de definido o seu preço, onde no mercado ele é competitivo, a análise do break even point nos indicará a quantidade de peças que devem ser vendidas para chegar ao ponto de equilíbrio. As peças vendidas além deste número, começam a gerar lucro.

Na equação

P x Q = F + (V x Q) onde:

P = Preço por unidade vendida
Q =Quantidade produzida e vendida (Ponto de Equilíbrio)
F = Custos fixos
V = Custos variáveis

Cálculo do Break Even Point: (Q)

Com os dados calculados, podemos elaborar o cálculo do Ponto de Equilíbrio:

Q= F/(P-V)

Q= R$1400/(R$ 70,00-R$ 49,98)

Q= 69,93 m^2

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Através deste cálculo, observamos que uma empresa que possua 03 funcionários (inclua-se ou não o proprietário) com custos fixos de R$1.400,00 e preço de venda de R$70,00 deverá produzir e vender pelo menos 69,93 m^2 de grades simples ao mês, para conseguir pagar suas contas. Todas as vendas que superem esta quantidade, passam a gerar o lucro da empresa. Ë possível analisar se a mão de obra disponível tem a capacidade para atender esta meta, planejar e reavaliar seus custos e variáveis.

Produção Diária: é a capacidade de produção diária com os recursos disponíveis (mão de obra, instalações, etc). Deve ser calculada pela divisão das horas produtivas diárias pelo tempo gasto para a fabricação *(Tab. 5)* de um metro quadrado da grade simples. Para um cálculo mais apurado, deve-se considerar que o operador não trabalha continuamente sem paradas durante uma jornada de trabalho. Este valor efetivamente trabalhado pode ser obtido como sendo a eficiência do operador, que para este trabalho pode ser considerada de 85% da jornada de trabalho.

$$prod.diária = \frac{total.de.horas(x)eficiência}{tempo.de.fabricação/1m^2 *} \qquad prod.diária = \frac{8x0{,}85}{1{,}5horas *} = 4{,}53m^2/dia$$

Exemplificando:

* O tempo de fabricação x metro quadrado da grade simples é o valor de horas seqüenciais que são gastas para a fabricação. Isto ocorre devido ao fato de que é possível o início de montagem antes do corte e usinagem (rebarbação, furação, etc) de todas as peças, Isto é, estas tarefas podem ser simultâneas na fabricação. O contrário ocorre porém na fase de acabamento final, pois há a necessidade do término da construção para que se possa efetivamente acabar todo o conjunto. Veja exemplo abaixo:

Tab. 5: Cálculo do tempo gasto para a fabricação de um metro de grade simples.

Corte e usinagem	0,5 hora			
Tempo de montagem	1,0 hora			
Acabamento final	0,5 hora			
		0,5	1,0	1,5
Tempo mão de obra	**2,0 h**		**Tempo em horas**	

No caso citado acima, teremos um tempo de fabricação por metro quadrado de 1,5 horas, porém um tempo total de mão de obra de 2,0 horas.

5.4 PLANEJAMENTO DO NEGÓCIO

A concorrência está lá fora. No mundo dos negócios, você deve sempre apresentar algum item que o diferencie dos demais. O mercado não perdoa amadorismo e para acertar o alvo, o melhor é saber exatamente qual negócio tem mais chance de dar certo.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Planejar não evita risco, mas ajuda na preparação de seu negócio para preveni-los e enfrentá-los sem muito impacto.

Abaixo demonstramos itens de um plano de negócio para a Serralheria Artística e a Serralheria Industrial. São dados de pesquisa no mercado e guias para empreendedores.

Administração		
	Serralheria Artística	**Serralheria Industrial**
Investimento Inicial É o quanto você precisa dispor para começar o negócio. Inclui valor de máquinas e equipamentos	R$ 6.776,80	R$ 15.576,00
Capital de Giro É o dinheiro que gira na sua empresa e deve ser mantido. Este item será detalhado em Informações sobre fianças.	R$ 2.630,00	R$ 3.660,00
Administração		
	Serralheria Artística	**Serralheria Industrial**
Clientes Consumidor do seu produto	Focado no consumidor final Residência, condomínios, comércio em geral.	Empresas que terceirizam montagens, firmas de projetos , empresas que prestam manutenção de equipamentos.
Q = Ponto de equilíbrio **(Break even point)** Condição onde todas as suas despesas foram cobertas pela sua produção.	Valor calculado para os dados informados, considerando-se grades simples: Q = 69,93m^2	Q = 316horas

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Arranjo Físico		
	Serralheria Artística	**Serralheria Industrial**
Espaço Físico Espaço ideal para instalação dos equipamentos e logística que permita trabalhar com conforto	30m^2 Aluguel R$ 700,00 (É necessário considerar o valor de luvas ou depósito para um aluguel novo, de até 03 meses adiantados).	130m^2 Aluguel R$1.000,00 (É necessário considerar o valor de luvas ou depósito para um aluguel novo, de até 03 meses adiantados).
Local para instalação Sugestão da melhor área para instalação do seu negócio visando o seu cliente.	Junto às áreas residenciais, preferencialmente ser conhecido na vizinhança. Este ainda é o serviço que a propaganda boca – a – boca dos vizinhos tem um grande valor	Área Industrial

Fabricação				
Equipamentos São os equipamentos necessários para a realização do seu produto	**Veja Anexo 1** – Relação de equipamentos com a indicação de quantidade mínima para início de sua atividade e preços praticados no mercado.			
	Total (R$):		Total (R$):	
Quantidade de pessoas para o funcionamento e qualificação Número de pessoas necessário para iniciar a atividade	Função: 1 serralheiro 1 ajudante 1 secretária Folha:	Salário: (R$) 455,00 a 1.050,00 220,00 a 300,00 440,00 a 1.000,00 1.310,00	Função: 1 serralheiro 1 ajudante 1 ½ of. Mec 1 secretária Folha:	Salário: (R$) 455,00 a 1.050,00 220,00 a 300,00 280,00 a 980,00 440,00 a 1.000,00 1.611,00
Fabricação				
Matéria prima São os insumos necessários para transformar-se no seu produto. Verificar com bastante critério a necessidade de estoque.	**Veja Anexo 2** – Relação de materiais com a indicação de fornecedores para início de sua atividade e preços praticados no mercado.			
Fornecedores de matéria prima Traz uma idéia de onde se encontrar a matéria prima	**Consumíveis para soldagem e discos abrasivos**: Lojas de ferragem ou fabricantes de consumíveis **Barras de aço**: Distribuidoras		**Consumíveis para soldagem e discos abrasivos**: Lojas de ferragem ou fabricantes de consumíveis **Barras e chapas de aço** :	

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

necessária ás suas atividades.	das grandes siderúrgicas.	Distribuidoras das grandes siderúrgicas
Fabricação		
Custo do produto É o valor aproximado, calculado com dados de mercado para custeio do seu produto.	Para 1 m^2 de grade simples: R$ 49,98 / m^2 Para 1 m2 de grade tubular: R$ 55,26 / m^2 (Incluso imposto de 6,3% ---- Simples Paulista).	Por H/H (Homem/Hora): R$ 8,70 / hora (Incluso imposto de 6,3% - Simples Paulista).
Produção diária Ë a capacidade de seu negócio com a mão de obra disponível**.**	Referencia: Grade simples – 4,53m^2 **/** dia Referência: Grade tubular- 4,30 m^2 / dia	Referência: peso produzido 150 kg / dia

Processo Operacional **Veja Anexo 3** – Guia sumária dos processos, com dados de materiais, aplicação, rendimento e máquinas utilizadas.		
Processo Operacional O mais indicado tecnicamente para o produto final	**Eletrodo Revestido**	**Eletrodo Revestido** **TIG** **MIG/MAG** **Oxiacetilênico**

5.5 CONCLUSÕES

A) Serralheria Artística:

Segundo os cálculos apresentados, sumarizados e tabelados acima, podemos concluir que podemos iniciar um pequeno negócio com um investimento inicial de R$ 6.778,00, alugando um salão de 30 m^2 de área útil em uma área residencial com aluguel aproximado de R$ 700,00, utilizando 03 funcionários com um custo de R$ 1.310,00. Dentro destas condições, pode-se praticar preços compatíveis com o mercado consumidor (de R$50,00 a R$120,00, conforme o serviço), obtendo-se uma produção diária de 4,5m^2 de grade simples. Para obter-se o ponto de equilíbrio de suas receitas x despesas, deve-se produzir e vender uma quantidade de 70m^2 de grade simples, o que equivale a fabricar aproximadamente 6 portões residenciais de 5,0m de comprimento x 2,5m de altura.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Como a produção diária é de 4,5m^2, trabalhando-se os 22 dias úteis de um mês de trinta dias, obtém-se uma produção de 99m^2 de grade, significando um ganho de 29m^2 de grade, gerando um lucro de 29xR$70,00(valor comercial da grade)= R$2.030,00. Este lucro x produção anual, implica em um lucro de R$2.030,00 x 12meses = R$24.360,00 ao ano.
Vale ressaltar que é uma boa faixa de renda, comparando-se aos salários praticados pela indústria, porém são dados em que consideramos a fabricação e venda de toda a sua capacidade de produção instalada.

B) Serralheria Industrial:

Segundo os cálculos apresentados, sumarizados e tabelados acima, podemos concluir que podemos iniciar um negócio no ramo industrial com um investimento inicial de R$ 15.776,00, alugando um salão de 130 m^2 de área útil em uma área comercial com aluguel aproximado de R$ 1000,00, utilizando 04 funcionários a um custo de R$ 1.611,00. Dentro destas condições, pode-se praticar preços compatíveis com o mercado consumidor (de R$12,00 a R$17,00 p/hora, conforme o serviço), obtendo-se uma produção diária de 150kg. Para obter-se o ponto de equilíbrio de suas receitas x despesas, deve-se produzir e vender uma quantidade de 316horas mensais.

Com uma produção diária de 8h, trabalhando-se os 22 dias úteis de um mês de trinta dias, obtém-se uma produção mensal de 176h x funcionário, que multiplicadas por 03 funcionários, perfazem um total de 528h mensais, significando um ganho de 212h, gerando um lucro de 212xR$15,00(valor comercial da hora)= R$3.180,00. Este lucro x produção anual, implica em um lucro de R$3.180,00 x 12meses = R$38.160,00 ao ano.

Vale ressaltar que é uma boa faixa de renda, comparando-se aos salários praticados pela indústria, porém são dados em que consideramos a fabricação e venda de toda a sua capacidade de produção instalada.

5.6 ANEXO 1 - RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Especificação	Serralheria Artística		Serralheria Industrial	
	Quant.	R$	Quant.	R$
Bancada 1.70 x 0.90	1	530,00	2	1.060,00
Armário para Ferramenta e material Felap c/ gav.	1	260,00	2	520,00
Esmerilhadora de bancada com potência de 0,5 a 0,75 HP para 2 rebolos de 8”	1	90,00	1	90,00
Furadeira de Bancada até ¾” equipada com morsa Obs.: Mandril 5/8” Morsa opcional	1	270,00	1	270,00
Arco de serra de comprimento graduável	2	5,00	3	7,50

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Grifo para 3/16” x 8”	1	3,50	1	3,50
Lima chata bastarda de 10”	1	5,50	2	11,00
Lima chata bastarda de 6”	1	2,70	2	5,40
Lima quadrada bastarda de 8”	1	3,50	2	7,00
Martelo de bola de 200 a 300 gramas	1	7,00	2	14,00
Martelo de pena transversal de 300 a 400 g	1	7,00	2	14,00
Punção de bico	1	Fabr	1	Fabr
Punção regular para caixilharia (vazador)	1	Fabr	1	Fabr
Riscador de aço	1	Fabr	1	Fabr
Talhadeira	1	3,00	1	3,00
Alfabeto de aço de 5 mm	1	22,00	1	22,00
Algarismo de aço de 5 mm	1	8,00	1	8,00
Jogo de Broca de Aço rápido de 5/64” a 3/8”	2	65,20	2	65,20
Chave de fenda de ¼” x 4”	2	4,20	2	4,20
Desandador para torcer ferro chato até 1/8” x ¾”	1	13,00	1	13,00
Desandador para torcer ferro quadrado até ½”	1	26,00	1	26,00
Lâmina de serra para arco de ½” com 18 dentes por polegada	10	18,00	20	36,00
Lâmina de serra para arco de 12” com 24 dentes por polegada	10	18,00	20	36,00
Jogo de macho de 3/16” W	1	15,00	2	30,00
Jogo de macho de ¼” W	1	17,00	2	34,00
Compasso de ponta 6”	1	5,50	1	5,50
Esquadro de aço de 6”	1	3,00	1	3,00
Avental de couro	2	30,00	2	30,00
Banco com tampo de madeira com altura regulável para soldador	2	Fabr	2	Fabr
Bigorna de 80 Kg	1	375,00	1	375,00
Lentes para máscara de solda elétrica número 10	4	1,60	8	3,20
Lente incolor para máscara de solda elétrica	4	1,60	8	3,20
Par de luva de raspa curta	2	7,00	4	14,00
longa	2	9,00	4	18,00
Martelo limpa escória	2	Fabr	2	Fabr
Mesa metálica com suporte para eletrodo	1	Fabr	1	Fabr
Morsa de bancada nº 5	1	77,00	2	144,00
Óculos de proteção com lente incolor	2	14,00	3	21,00
Porta eletrodo para 200 A	1	17,00	1	17,00

Especificação	Serralheria Artística		Serralheria Industrial	
	Quant.	R$	Quant.	R$
Transformador de 250 A , para solda elétrica	1	235,00	1	235,00
Transformador de 400 A	N		1	1.700,00
Lixadeira Manual	1	245,00	1	245,00
Compressor Pressure 10/175	N		1	805,00
Maq. De Corte Policorte 2HP	1	299,00	1	299,00
Disco p/ Lixadeira 7. ½ pol	1	3,50	2	7,00

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Disco p/ Maq. Corte	1	4,00	2	8,00
Maq. Solda MIG 325 Amp. Herbat	N		1	3.140,00
Máscara de Solda	1	18,00	3	54,00
Óculos para Soldador	1	8,00	3	24,00
Calandra VG 1m 50 cm	N		1 1	580,00 490,00
Totais:		2.746,00		10.010,00

Fabr = fabricado com recursos próprios.

Os itens abaixo podem ser encontrados nas lojas de materiais usados a preços razoáveis, considerando-se aos equipamentos novos. Estas aquisições porém devem ser cautelosas, devido aos riscos da aquisição de equipamentos fora de linha de fabricação, o que pode ocasionar paradas longas devido ao fato de não haver peças de reposição. Ocorrem ainda problemas relativos a segurança da aquisição no tangente às condições de garantia dos equipamentos.

Equipamentos usados:

Transformador de 500 A	N		1	5.000,00
Maq. De Corte Policorte 2HP Ø7”	1	180,00	1	180,00
Bancada 1.70 x 0.90	1	350,00	2	700,00
Esmerilhadora de bancada com potência de 0,5 a 0,75 HP para 2 rebolos de 8”	1	60,00	1	60,00
Furadeira de Bancada (normalmente s/ acessórios)	1	180,00	1	180,00
Lixadeira Manual Bosch 4”	1	130,00	1	130,00

Fontes de pesquisa:

R. Martins - Ferramentas e Máquinas Ltda.
Rua Piratininga, 600 Brás / São Paulo Tel. 270.2522 – Silvio

Comércio de Máquinas Navatta Ltda.
Rua Piratininga, 739 / 743 Brás / São Paulo Tel. 270.0716 – Eng. Jorge Marques

Felap – Máquinas e Equipamentos Ltda.
Av. Alcântara Machado, 190 Brás / São Paulo Tel 279.2655 – Carmine Catapano

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

5.7 ANEXO 2 - RELAÇÃO DE SUPRIMENTOS

Especificação	Preço
Ferro (chato, redondo, quadrado, cantoneira)	R$ 1,00 / kg
Ferro tubular (extrudados)	R$ 1,50 / kg
Gases: (10 m^3) Acetileno Argônio Oxigênio	 R$ 110,00 / cilindro R$ 85,00 / cilindro R$ 43,00 / cilindro
Lixas	R$ 0,20 / folha
Arame de aço inoxidável para TIG 2,0 mm	R$ 22,00 / kg
Arame em bobina para MIG 1,0mm	R$ 3,00 / kg
Eletrodos E6013 (Esab OK46.00)	R$ 4,80 / kg
Discos para desbaste: 7” 9” 4.1/2”	 R$ 4,30/ unit R$ 5,60/ unit R$ 1,70/ unit
Discos para corte: 7” 9” 4.1/2”	 R$ 2,80/ unit R$ 4,20/ unit R$ 1,60/ unit
Discos de lixa: 7” 4.1/2”	 R$ 180/ unit R$ 0,90/ unit

Fontes de Pesquisa:

Felap – Máquinas e Equipamentos Ltda.
Av. Alcântara Machado, 190 Brás / São Paulo Tel 279.2655 – Carmine Catapano

Ferrojac – Ferro e Aço Ltda.
Rua Juraratere, 51/ 69 190 Itaim Paulista / São Paulo Tel 6561.0830

Eduar – Comércio e Assist. Técnica de Equipamentos
Rua Itingussú, 2811 Vila Ré / São Paulo Tel 6957.4061

5.8 ANEXO 3 – PROCESSOS OPERACIONAIS

5.8.1 Processo Eletrodo Revestido

- Características

Também conhecido como SMAW (Shielded Metal ARC Welding) consiste na abertura de um arco elétrico entre o eletrodo e a peça a ser soldada.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

A poça de fundida é protegida da atmosfera (O2 e N2) pelos gases de combustão do revestimento do eletrodo.

- Aplicações

Utiliza-se a soldagem com eletrodo revestido na montagem de vários equipamentos e estrutura, tanto em oficinas quanto no campo e até mesmo debaixo d' água, para materiais de espessura entre 1,5 mm a 30 mm e em qualquer posição.

- Requisitos para instalação

O equipamento para soldagem com eletrodos revestidos consta de transformador, transformador – retificador, fonte de energia, gerador, cabos, porta-eletrodos e ferramentas, como picadeira e escova de aço, além de materiais de segurança para o operador.

- Consumíveis

Um quadro auxilia a encontrar a Norma AWS que especifica o eletrodo adequado à soldagem de determinados materiais.

Especificação AWS para eletrodos revestidos	
Referência AWS	Eletrodo para:
A 5.1	Aço Carbono
A 5.3	Alumínio e suas ligas
A 5.4	Aço inoxidável
A 5.5	Aços de baixa liga
A 5.6	Cobre e sua ligas
A 5.11	Níquel e suas ligas
A 5.13	Revestimento (alma sólida)
A 5.15	Ferro Fundido
A 5.21	Revestimento (alma tubular com carbonetos de tungstênio)

- Rendimento

67 a 72%

5.8.2 Processo TIG

- Características

O processo de soldagem ao arco elétrico com proteção gasosa, onde o eletrodo de tungstênio que não se funde a poça de fusão são protegidos por um gás inerte. Este gás pode ser Hélio, Argônio ou mistura.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

- Aplicações

O processo TIG permite soldar a maioria dos materiais, todos os tipos de juntas e chapas, principalmente as de espessura menor que 10 mm. Pode ser efetuada adição de material compatível com o metal de base.

Requisitos para instalação

O equipamento consiste de uma fonte de energia elétrica, uma tocha com suporte para o eletrodo, um cabo de condução para o gás de proteção, uma cabo para o sistema de refrigeração e um para a fonte de energia.

O gás pode ser fornecido em cilindros já com o regulador ou conjunto de cilindros para alimentar uma rede de distribuição e é necessário um regulador de vazão de gás.

As fontes no processo TIG, fornecem corrente Contínua (CC) ou corrente alternada (CA), o que dependa da aplicação.
Para soldagem de aço, cobre, aço austenítico ao cromo níquel e ligas resistente ao calor, usa - se corrente contínua polaridade direta, onde o eletrodo é ligado no polo negativo, havendo um bombardeio de elétrons no metal base, ocorrente um alto aquecimento do mesmo. Este tipo de solda proporciona um cordão estreito e de grande penetração.

Para a soldagem de alumínio ou magnésio, é recomendado o uso de corrente alternada, pois durante o ciclo de polaridade negativa, as camadas de óxidos serão rompidas e o material poderá ser soldado.

5.8.3 Processo MIG/MAG

- Características

É um processo no qual o eletrodo-arame é introduzido no arco por meio de um sistema alimentador e fica protegido por um manto de gás oriundo de um cilindro. É também chamada de solda ao arco semi-automática, portanto não há necessidade de troca constante de eletrodo, uma vez que este é suprido em forma de bobina.
MIG / MAG é a sigla de identificação dos processos de soldagem a arco elétrico que utilizam gases inertes ou mistura deles (Metal Inert Gás) e também gases ativos ou mistura destes com gases inertes (Metal Active Gás) para proteger a poça de fusão e a região adjacente a ela contra os gases da atmosfera que possam prejudicar a soldagem. Esses processos também são conhecidos pela sigla GMAW – Gas Metal Arc Welding.

A principal característica dos processos MIG / MAG é a proteção gasosa que envolve a atmosfera adjacente à poça de fusão e que é proporcionada por tais gases ou mistura deles. Os gases de proteção utilizados no processo MIG são o argônio ou o hélio ou ainda uma mistura de ambos. O processo MAG utiliza CO_2 ou mistura de gás inerte com CO_2

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

ou com oxigênio. O emprego do CO2, um gás oxidante mais barato que outros gases de proteção, faz do processo MAG um dos mais utilizados na soldagem das estruturas de aço. A função primordial do gás de proteção é evitar que a poça de fusão entre em contato com a atmosfera que a envolve.

- Aplicações

Esses processos são utilizados para unir peças metálicas pelo aquecimento e pela fusão delas a partir de um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo metálico nu e tais peças.

Os processos MIG / MAG são bons para a soldagem de materiais com várias espessuras, sejam eles ferrosos (aços de alta resistência inoxidáveis) ou não ferrosos como alumínio, cobre, magnésio, níquel e suas ligas. São indicados na fabricação e manutenção de equipamentos e peças metálicas, na recuperação de peças desgastadas e no recobrimento de superfícies metálicas, podendo ser utilizados em todas as posições.

- Requisitos para Instalação

Uma instalação de equipamentos de soldagem ao arco sob proteção gasosa compõe-se de:
- fonte de energia de soldagem com voltagem constante (geralmente retificador);
- cilindro de gás de proteção com o respectivo gás;
- tocha de soldagem;
- sistema de controle (cabeçote composto de motor/roletes alimentadores);
- bobina de arame;
- válvula de redução e válvula economizadora para gás, mangueiras e cabos.

- Consumíveis

  - arame metálico fornecido em carretéis de diversas capacidades;
  - gás de proteção fornecido em cilindros e medido em m3 .

- Rendimento do processo

5.9 AUTORES

Marcia Cristina Silva – marcia.cristina.silva@phlips.com
Paulo Freitas – paulo@bergamo.com.br
Manoel Messias Freitas – mfatec@ig.com.br
Jesus Gimenes – jgim@ig.com.br

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

6.0 CORROSÃO INTERGRANULAR EM JUNTAS SOLDADAS DE AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS

6.1 INTRODUÇÃO

6.2 A CORROSÃO INTERGRANULAR

6.3 SOLDAGEM

6.4 FATORES QUE INFLUENCIAM

6.5 CONTROLE DE QUALIDADE DE AÇOS INOXIDAVEIS AUSTENÍTICOS

6.6 TABELA DE MEIOS CORROSIVOS QUE INDUZEM A CORROSÃO INTERGRANULAR

6.7 MEIOS DE MINIMIZAR

6.8 BIBLIOGRAFIA

6.9 AUTOR

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

6.0 CORROSÃO INTERGRANULAR EM JUNTAS SOLDADAS DE AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS.

6.1 INTRODUÇÃO

A corrosão intergranular é talvez, o pior tipo de ataque que um material pode sofrer, pois a sua ocorrência, multas vezes, só é possível de ser detectada quando da ruptura do material.

Como o próprio nome sugere, é o ataque preferencial na região do contorno do grão de uma liga. De uma maneira geral, somente as ligas metálicas estão sujeitas a este tipo de corrosão e a sua causa é, normalmente, atribuída as precipitações de alguns dos componentes da liga preferencialmente no contorno de grão.

Os materiais mais susceptíveis a este tipo de ataque são os aços inoxidáveis e as ligas de alumínio. Para o caso dos aços inoxidáveis, a suscetibilização ocorre devido à precipitação do carboneto de cromo na região do contorno de grão com conseqüente empobrecimento do cromo na matriz.

6.2 A CORROSÃO INTERGRANULAR

Os aços inoxidáveis cromo-níquel (tipos austeníticos) estão sujeitos, quando tratados termicamente ou aquecidos para trabalho a quente ou para soldagem numa certa faixa de temperaturas, a uma precipitação de um constituinte de contorno de grão que pode provocar um dos tipos mais danosos da corrosão, a chamada " corrosão intergranular" .

A faixa de temperaturas críticas é entre 400° C a 900° C, e quando o aço for aquecido dentro dessa faixa ainda que por um tempo muito curto (poucos minutos ou mesmo segundos) pode sofrer uma quase completa desintegração após algumas horas de exposição numa solução corrosiva.

A temperatura que produz o fenômeno varia com o tempo de aquecimento assim, por exemplo, num aço inoxidável do tipo 18-8 (18% de cromo e 8% de níquel) com 0,08% de carbono, com aquecimento de poucos segundos ou minutos, a temperatura mais perigosa é em torno de 750° C; com um tempo de aquecimento de uma hora, esta temperatura fica compreendida na faixa 550° C-740° C.

62.1 O MECANISMO DE CORROSÃO INTERGRANULAR

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

A explicação mais aceita do fenômeno é a seguinte:

- Certos constituintes, principalmente um carboneto complexo de cromo e ferro, dissolvem-se na austenita com facilidade cada vez maior, à medida que a temperatura sobe além de 900° C. Um aço inoxidável aquecido nessas condições apresenta, quando resfriado rapidamente, uma estrutura homogênea à temperatura ambiente;

- Esse estado estrutural é, entretanto, instável em temperaturas inferiores à linha de solubilidade sólida do carbono na austenita (ver gráfico 1, correspondente aos aços 18-8), de modo que quando se reaquece o aço acima de 400° C, o carboneto, pelo aumento da solubilidade dos átomos de carbono, precipita-se e essa precipitação, mais acentuada na faixa entre 600° C a 800° C, se dá ao longo dos contornos dos grãos;

- Esses carbonetos, precipitados ao longo dos contornos dos grãos, não constituem em si zonas mais suscetíveis à corrosão, mas como eles são muito mais ricos em cromo (às vezes até 90%) que o metal do seio do qual precipitam, para sua formação houve uma retirada de cromo das regiões vizinhas. Essas regiões, que correspondem aos contornos dos grãos, empobrece-se, portanto, em cromo, tornando-se menos resistentes ao ataque químico por parte de certos reagentes: produz-se assim a corrosão entre os grãos, provocando sua separação e conseqüente desintegração da liga.

6.3 SOLDAGEM

Muitas falhas nos aços inoxidáveis 18-8, ocorridos desde o inicio da historia destes materiais, antes do mecanismo da corrosão intergranular foram entendidos.

Falhas ainda acontecem, porque este efeito não é freqüentemente considerado. A região da solda fragilizada é freqüentemente uma faixa na chapa base, a qual, é mostrada nas figuras 1, 2 e 3. Esta zona tem uma aparência esbranquiçada, devido aos pequenos grãos alongados que são quase expulsos. As amostras foram expostas a um ataque de acido nítrico depois da soldagem. Não havendo ataque apreciável no restante da amostra.

A figura 3 mostra as faixas de temperaturas que foi exposto à peça de teste.

O tempo e a temperatura estão muito relacionados com o tamanho e/ou espessura do material soldado. Por exemplo, chapas finas são rapidamente soldadas, enquanto chapas espessas precisam de vários passes. Para chapas de mais ou menos 1/32 “ , o tempo exposto na faixa de sensitização é curto, portanto não causa a corrosão quando este esta em meio agressivo.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

O efeito do tempo e temperatura é a razão pela qual a soldagem a arco elétrico é mais usada do que a soldagem a gás para aços inoxidáveis. O primeiro produz aquecimento maior e mais intenso em tempos menores. O segundo mantêm uma zona termicamente afetada mais larga por um tempo maior, o que significa maior precipitação do carbono.

Deve ser enfatizado que a sensitização em aços inoxidáveis, não provocará corrosão sem um meio agressivo, porque muito destes aços são utilizados onde a resistência total a corrosão não é requerida. Alguns exemplos são: equipamentos de culinária, pia de cozinha e peças automotivas decorativas. Entretanto, é aconselhável ter sempre o metal em sua melhor resistência a corrosão para as mais severas condições corrosivas.

Figura 1

A figura 1 mostra a visão geral de uma amostra de tubulação de aço inoxidável SAE 316, com redução de 2X, a qual foi soldada pelo processo eletrodo revestido apresentando na região indicada a corrosão intergranular.

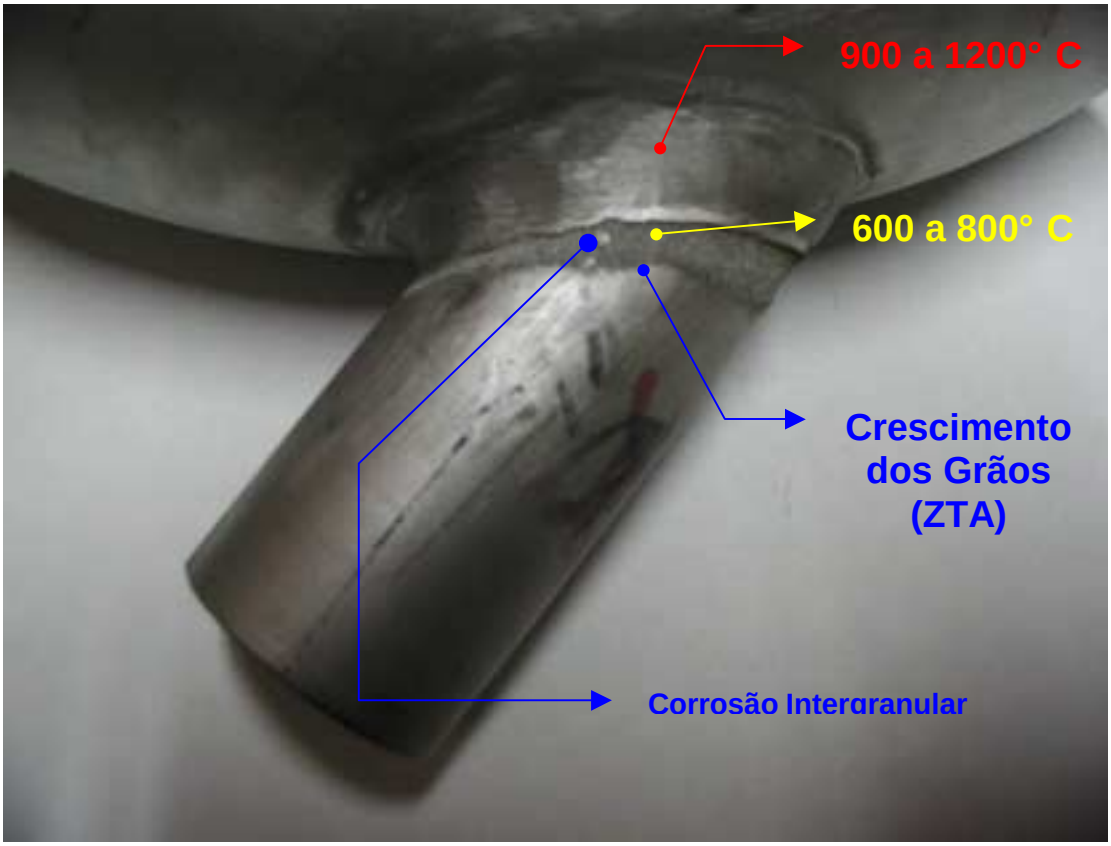
Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Figura 2

A figura 2 mostra o detalhe de uma amostra de tubulação de aço inoxidável SAE 316, com aumento de 3X, a qual foi soldada pelo processo eletrodo revestido apresentando na região indicada a corrosão intergranular.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Figura 3



A figura 3 mostra o detalhe de uma amostra de tubulação de aço inoxidável SAE 316, com aumento de 4X, na qual está indicada a faixa de temperaturas imposta pelo processo eletrodo revestido.

6.4 FATORES QUE INFLUENCIAM

Em face das explicações feitas a respeito do fenômeno da corrosão intergranular nos aços inoxidáveis do tipo austenítico, pode-se dizer que a suscetibilidade desses aços à corrosão intergranular depende de uma série de fatores, entre os quais poderiam ser enumerados os seguintes:

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

- Tempo de permanência dentro da faixa de temperaturas consideradas críticas;
- Teor de carbono;
- Granulação do aço;
- Deformação a frio;
- Presença de determinados elementos de liga.

A discussão da influência desses fatores será feita concomitantemente com os meios que podem ser empregados para combater o fenômeno.

Esses meios são, entre outros, os seguintes:

- Reaquecimento do aço, que havia sido anteriormente aquecido na faixa perigosa 400° C-800° C, a temperaturas entre 950° C e 1150° C, de modo a ter-se uma redissolução dos carbonetos existentes nos contornos dos grãos. É preciso, para evitar sua nova precipitação, resfriar-se rapidamente através da faixa perigosa.

Esse reaquecimento, nem sempre é conveniente, pois pode ocorrer oxidação e empenamento ou mesmo deformação das peças a essas temperaturas.

Por outro lado, toda vez que for preciso reaquecer o aço dentro daquela faixa de temperaturas, devido a uma soldagem, por exemplo, pode ocorrer nova precipitação de carboneto com as conseqüências indesejáveis já conhecidas.

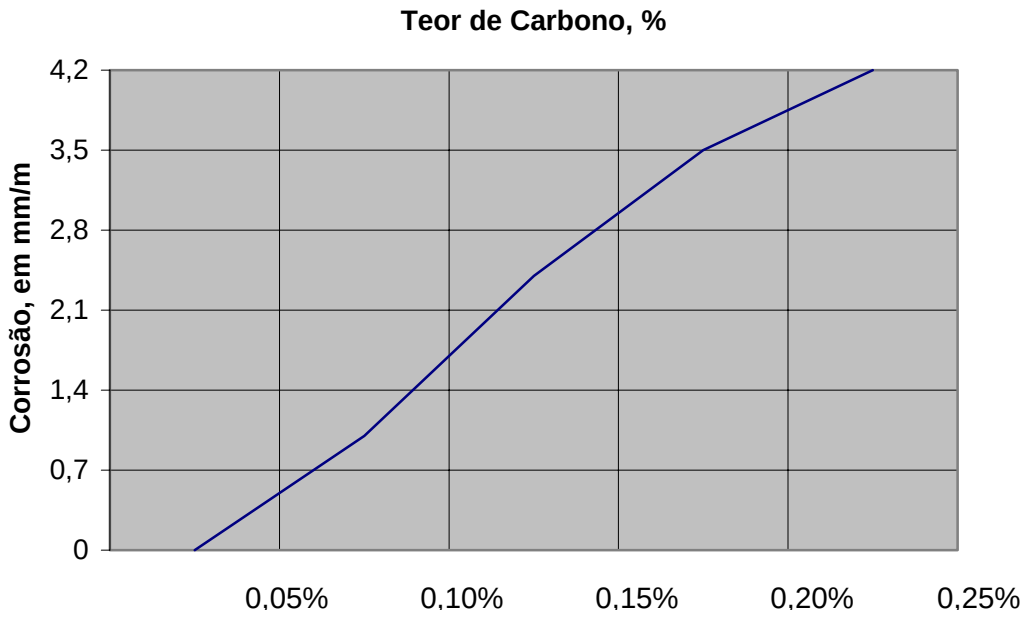
- Redução do teor de carbono do aço a teores que o tornem ineficaz na formação de carbonetos ou na remoção do cromo dos grãos. O gráfico 1 ilustra de modo claro o efeito do carbono na resistência à corrosão do aço inoxidável austenítico tipo 18-8.

Para o traçado da curva representada no gráfico 1, amostras de aço 18-8 com carbono crescente foram propositadamente aquecidas a temperaturas que provocaram, no maior grau possível, a precipitação de carboneto.

Nota-se que à medida que o carbono decresce, diminui o ataque corrosivo, o mínimo verificando-se quando o mesmo atinge 0,03%. Até 0,03% de carbono, qualquer que tenha sido o tratamento térmico usado, o carbono ou permanece dissolvido sem qualquer efeito nocivo, ou precipita-se nos contornos dos grãos na forma de um carboneto de cromo, em quantidades, entretanto, ainda insuficientes para formar um invólucro contínuo em torno dos grãos, de modo que não resulta qualquer prejuízo. Acima de 0,03%, o carboneto de cromo formado começa a envolver de modo contínuo os grãos, ocorrendo então o empobrecimento do metal adjacente a tal ponto que sua inoxibilidade fica prejudicada.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Gráfico 1 - Corrosão x Teor de Carbono



O gráfico 1 foi compilado de Chiaverini, Vicente, Aços e Ferros Fundidos, página 391, 7ª edição, 1998, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Brasil.

6.4.1 A Influencia dos Elementos de Liga

Estudos têm sido feitos para determinar o teor de carbono compatível com a resistência a corrosão intergranular. Verifica-se, por exemplo, que para uma probabilidade de 99,8% de resistência à corrosão intergranular, o teor de carbono deve ser inferior a 0,02% com 18% de cromo: aumentando-se o teor deste metal, o teor de carbono aumenta até cerca de 0,03%; para 20% de cromo, o aço ainda apresenta excelente resistência à corrosão intergranular, com cerca de 0,04% de carbono.

Em resumo, normalmente para os aços 18-8 comuns o máximo recomendável de carbono seria em torno de 0,03%.

- Manter um tamanho de grão pequeno, pois a granulação grosseira torna o aço mais suscetível à corrosão intergranular que a granulação fina.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

- Promover deformação a frio após a solubilização; admite-se, de fato, que a precipitação de carbonetos, responsável aparente pela corrosão intergranular, se dará preferivelmente ao longo dos planos de escorregamento originados na deformação a frio no interior dos grãos e não nos seus contornos, resultando uma dispersão dos carbonetos dentro dos grãos, o que diminuirá a suscetibilidade à corrosão intergranular. É necessário, após a deformação a frio aquecer o aço dentro da faixa crítica para forçar a precipitação dos carbonetos ao longo dos planos de escorregamento.

O método mais comum e mais satisfatório consiste na adição de um elemento de liga que tenha maior afinidade pelo carbono do que o cromo, evitando, pois, que este precipite como carboneto e deixando-o em condições de agir como elemento realmente promotor da passividade. Os elementos de liga empregados para esse fim são o titânio, o nióbio e o tântalo, os dois primeiros sendo os preferidos.

Por outro lado, a presença de 1% a 3% de molibdênio torna o aço inoxidável austenítico menos susceptível à corrosão intergranular, pois, sendo o molibdênio um elemento estabilizador da ferrita, favorece a formação de estrutura austenítico-ferrita. Sua ação, entretanto, é somente no sentido de diminuir ligeiramente a suscetibilidade dos aços ao fenômeno em discussão.

Com a precipitação do carboneto de cromo na região de contorno do grão, o teor de cromo nesta região pode atingir teores Inferiores a 13%, portanto perdendo as características inoxidáveis. 0 ataque será preferencial na região de precipitação, isto é no contorno do grão.

6.5 CONTROLE DE QUALIDADE DE AÇOS INOXIDAVEIS AUSTENÍTICOS

Para caracterizar a agressividade de um determinado meio corrosivo e fornecer fundamentos básicos para o controle da corrosão, realizam-se os chamados ensaios de corrosão. A corrosão dos materiais metálicos é influenciada por vários fatores que modificam o ataque químico ou eletroquímico, não havendo, portanto, um único método de ensaio de corrosão; na prática os fenômenos de corrosão se multiplicam, obrigando à variedade dos ensaios. Para satisfazer exigências de reprodutibilidade de resultados, os ensaios de corrosão só devem ser efetuados pós-consideradas as suas exatas possibilidades e o desenvolvimento do processo corrosivo. Para se evitar conclusões errôneas, e visando a dar uma certa uniformidade à execução dos ensaios de corrosão, criaram-se especificações detalhadas para processamento.

Annual Book of ASTM Standards

- A 262 - suscetibilidade de aços inoxidáveis a ataque intergranular.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

6.6 TABELA DE MEIOS CORROSIVOS QUE INDUZEM A CORROSÃO INTERGRANULAR

Acido acético	**Acido fosfórico**
Acido acético + Acido salicilico	**Acido fetalico**
Acido crômico	**Solução de sulfato**
Acido férrico	**Acido sulfúrico + acido nítrico**
Acido hidrocianidrico	**Acido sulfuroso**
Acido hidrocianidrico + Dióxido de Enxofre	**Água + amido + dióxido de enxofre**
Acido hidrofluoridrico + sulfato férrico	**Água + sulfato de alumínio**
Acido latico	**Acido nítrico + acido hidrocloridrico**
Ácido maleico	**Acido nítrico + acido hidrofluoridrico**
Acido nítrico	**Acido oxálico**
Cloridrato de Cromo	**Dióxido de enxofre**
Cloridrato férrico	**Acido sulfúrico + sulfato ferroso**
Fenol + acido naftenico	**Água do mar**
Nitrato de amônia	**Hipoclorito de sódio**
Nitrato de cálcio	**Acido sulfúrico + acido acético**
Óleo cru	**Acido sulfúrico + sulfato de cobre**
Óleo gorduroso	**Hidróxido de sódio + Sulfato de sódio**
Suco de beterraba	**Nitrato de prata + acido acético**
Sulfato de amônia	**Bisulfato de sódio**
Sulfato de Amônia + H_2SO_4	**Acido sulfúrico**
Sulfato de cobre	**Acido sulfúrico + metanol**
Sulfato férrico	

6.7 MEIOS DE MINIMIZAR

Para minimizar este tipo de corrosão, o que se faz normalmente, é utilizar aços inoxidáveis contendo nióbio (AISI-347) ou titânio (AISI-321) estes elementos possuem afinidade maior com o carbono, precipitando os respectivos carbonetos e evitando assim a precipitação do carboneto do cromo. Outra maneira de evitar a corrosão do tipo intergranular é diminuir, o conteúdo de carbono, abaixo do valor crítico que é de 0,03%. Os aços Inoxidáveis com teor de carbono abaixo deste valor são classificados como "aço de carbono extra baixo" e recebem a designação L (AISI 304 L ou AISI 316 L).

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

6.8 BIBLIOGRAFIA

Welding Handbook, American Welding Society, 8th edition, 1998, vol 4, USA.

Fontana, Mars Guy, Corrosion Engineering, 3rd edition, 1986, Mc Graw-Hill, USA.

Gentil, Vicente, Corrosão, 4ª edição, 1990, Brasil.

Coleção SENAI, vários autores, 1ª edição, 1997, São Paulo.

Chiaverini, Vicente, Aços e Ferros Fundidos, 7ª edição, 1998, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Brasil.

Weiner, Emilio, Brandi, Sergio D., Mello, Fabio D. H. de, Soldagem Processo e Metalurgia, 1ª edição, 1992, Edgard Blucher, Brasil.

6.9 AUTOR

Humberto Jorge Valosio valosio@hotmail.com
Jéferson da Silva jef.silva@bol.com.br
José Ivanildo Miranda Oliveira jose_ivanildo.oliveira@legrand.com.br
Wagner de Campos Sabor wagsag@ig.com.br

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

7.0 ENERGIA ELETRICA E FONTES ALTERNATIVAS

7.1 INTRODUÇÃO

7.2 NOÇÕES BÁSICAS DE ELETRICIDADE NA SOLDAGEM

7.3 O GERENCIMENTO DA ENERGIA ELÉTRICA

7.4 CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA

7.5 EXEMPLOS PRÁTICOS DE APLICAÇÃO DE REDUÇÃO DE ENERGIA

7.6 BIBLIOGRAFIA

7.7 AUTORES

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

7.0 ENERGIA ELETRICA E FONTES ALTERNATIVAS

7.1 INTRODUÇÃO

Em face do crescente uso de automação nas indústrias, o gerenciamento da energia elétrica vem se tornando uma necessidade para as empresas interessadas em reduzir custos. Os consumidores de energia não estão se preocupando apenas com os ganhos e passam a exigir recursos para que se alcance um aumento de produtividade através da diminuição de interrupções, maior vida útil dos transformadores, e demais equipamentos instalados nas subestações.

Esta crescente automação nas indústrias brasileiras vem sendo impulsionada principalmente por três fatores: as empresas sentem cada vez mais a necessidade de redução de custos, os preços dos equipamentos e sistemas vem caindo significativamente, e a capacidade destes mesmos sistemas vem crescendo progressivamente. Dentro deste quadro, surge com destaque o gerenciamento e a conservação de energia elétrica, por razões específicas: crescente rigidez nos critérios de faturamento e nas tarifas de energia elétrica, e sua aplicação à quase que totalidade dos processos industriais.

Pretendemos mostrar as vantagens de um novo conceito de gerenciamento de energia, onde cresce cada vez mais a importância da medição realizada por transdutores eletrônicos nos diversos setores de uma instalação.

7.2 NOÇÕES BÁSICAS DE ELETRICIDADE APLICADAS SOLDAGEM

7.2.1 Definição de Demanda

Demanda é o consumo de energia da sua instalação dividido pelo tempo no qual se verificou tal consumo. Para faturamento de energia pela concessionária, se utilizam intervalos de integração de 15 minutos. Assim, a sua demanda de energia (medida em kW), é igual ao consumo a cada 15 minutos (medido em kWh) dividido por 1/4 (15 minutos é igual a 1/4 de hora). Em um mês, ocorrem quase 3000 intervalos de quinze minutos. Assim, a sua demanda será medida quase 3000 vezes ao longo do mês, e a concessionária de energia elétrica escolherá o valor mais alto, ainda que tenha sido verificado apenas uma única vez.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

7.2.2 O Controle da Demanda

Qualquer que seja o seu enquadramento tarifário dentro do Grupo A, a sua demanda registrada (para fins de faturamento) será, a cada mês, a maior demanda de cada um dos intervalos de integração de 15 minutos ao longo do mês.

Se sua empresa estiver enquadrada na tarifa horo-sazonal azul, terá uma demanda registrada para o horário fora de ponta, e outra demanda registrada para o horário de ponta. Estes valores, quando elevados, podem ocasionar pesados acréscimos à sua fatura de energia.

7.2.3 Definição de Fator de Potência

Fator de Potência envolve uma relação entre potência ativa e potência reativa: é a relação entre a potência ativa e potência total numa instalação, num intervalo de tempo. Como a maioria das cargas de uma instalação elétrica são indutivas, elas exigem um campo eletromagnético para funcionar. Com isso, uma instalação qualquer necessita de dois tipos de energia:

Potência Ativa, que realiza o trabalho propriamente dito, gerando calor, iluminação, movimento, etc., e é medida em kW. Potência Reativa, que mantém o campo eletromagnético, e é expressa em KVAr.

A Potência Total ou Aparente é dada em KVA, e é a soma vetorial das potências ativa e reativa.

O fator de potência é sempre um número entre 0 e 1 (alguns o expressam entre 0 e 100%) e pode ser capacitivo ou indutivo, dependendo se o consumo de energia reativa for capacitivo ou indutivo. Para faturamento de energia, o fator de potência é registrado de hora em hora .

Assim como no caso da demanda, os mecanismos de tarifação levarão em conta o pior valor de fator de potência registrado ao longo do mês, dentre os mais de 700 valores registrados.

7.2.4 O Controle do Fator de Potência

A Portaria DNAEE 1569/93 estabeleceu novas regras para o fator de potência dos consumidores do Grupo A. Em linhas gerais, eles deverão manter o fator de potência de suas instalações acima de 0,92 indutivo durante os horários fora de ponta indutivo e de ponta, e deverão manter o fator de potência acima de 0,92 capacitivo no horário capacitivo.

Como o fator de potência é medido pela concessionária de hora em hora, há que se controlá-lo continua e automaticamente, de modo a evitar multas por baixo fator de potência.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Assuma, como fato quase que certo, que a sua concessionária possui instalados, junto à sua entrada de energia, todos os medidores e registradores de energia necessários à cobrança das grandezas elétricas que o seu enquadramento tarifário permite a ela cobrar.

Para isto, são medidos e registrados a demanda ativa e reativa a cada 15 em 15 minutos, durante todos os dias entre as leituras de energia. Durante a leitura, esses dados são transferidos para um coletor de dados, e posteriormente, eles são descarregados no computador da concessionária que faz o faturamento de cada um dos clientes.

7.2.5 Potência e Trabalho.

Podemos dizer que em eletricidade, a potência entregue ao circuito é o produto de tensão pela corrente (P=V x I), sendo medida em VA . Considerando-se o caso do motor hidráulico, quanto maiores a vazão e a pressão de água sobre suas pás, maior será a quantidade de energia hidráulica a ser transformada em energia mecânica, analogamente, no motor elétrico quanto maior a tensão e corrente elétrica maior será a quantidade de energia elétrica transformada em energia mecânica. Numa resistência elétrica, ou no arco de solda, esta energia elétrica será transformada em calor.

7.2.6 RENDIMENTO (n).

Em todo processo de transformação de energia há sempre uma perda já que parte da energia foi transformada em calor, em todos equipamentos elétricos ocorrem perdas.

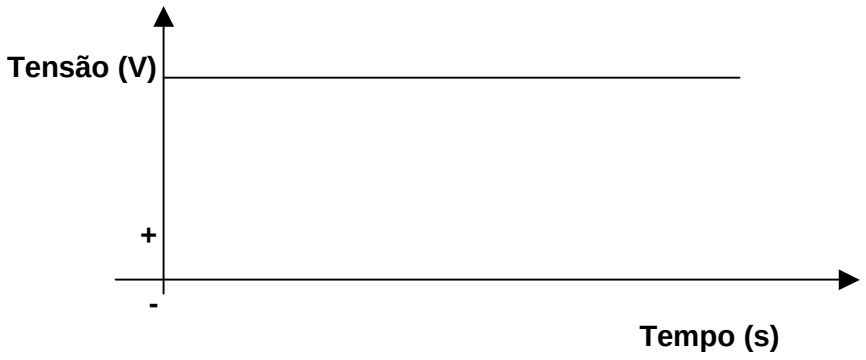
O rendimento elétrico é a razão entre a potência utilizada pela potência entregue ao circuito, sendo expresso em %.

Tensão Contínua, Tensão Alternada e Tensão Retificada.

Se examinarmos a tensão de uma bateria por meio de um aparelho chamado osciloscópio, veremos a seguinte figura:

Gerador Eletroquímico

Figura 1



Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

A figura 1 acima nos mostra a curva da corrente num gerador eletriquímico.

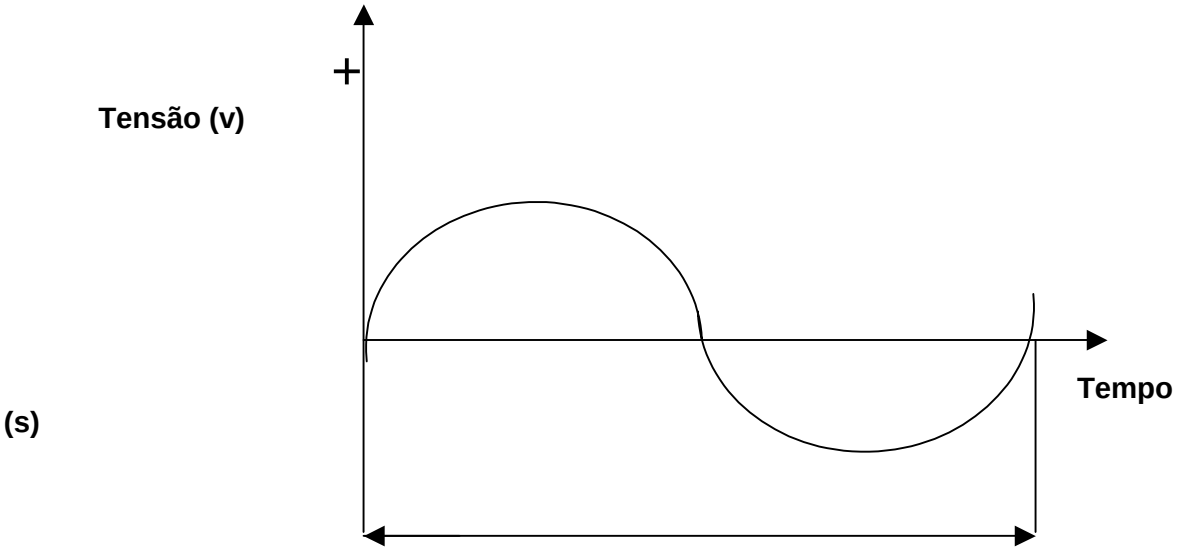
Este tipo de tensão é chamado contínua (corrente contínua) e se caracteriza por ter um valor constante no tempo, não havendo mudança de polaridade ou sentido de corrente.

Se porém examinarmos no osciloscópio a tensão fornecida pela Cia fornecedora de energia elétrica residencial / industrial, veremos a seguinte figura:

Corrente Alternada

Para interpretar esse tipo de corrente analisaremos a figura 2 abaixo:

Figura 2



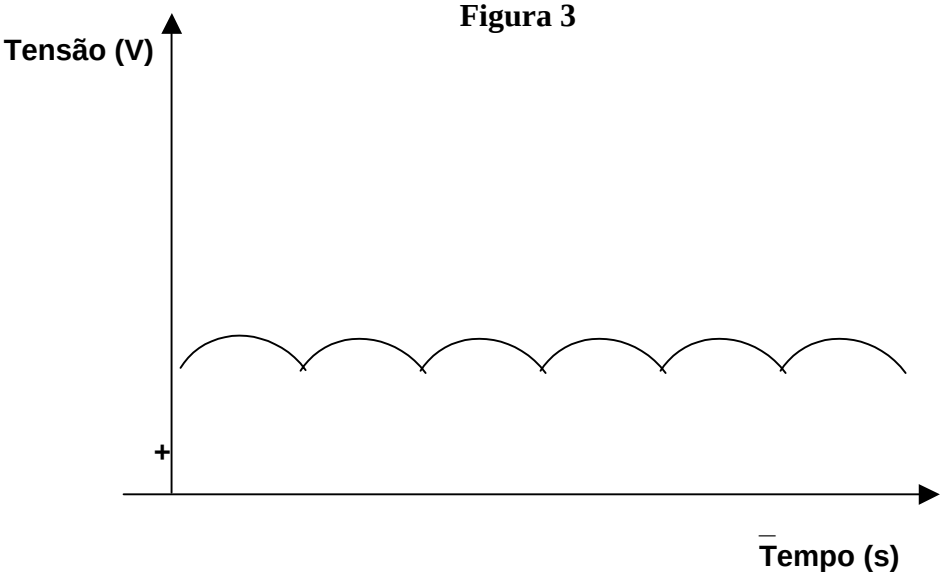
A figura 2 acima nos mostra o tipo de curva dessa corrente.

Esta é a tensão alternada (corrente alternada), muda de sinal periódicamente e não é constante no tempo, uma variação completa desta tensão corresponde a um ciclo. O número de vezes que se completa um ciclo no espaço de um segundo é chamado de freqüência, no Brasil a energia elétrica é distribuída em tensão alternada, com freqüência de 60 Hz.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Outro tipo de tensão que pode ocorrer, é a tensão retificada, como mostra na figura 3 abaixo:

Figura 3



Neste tipo de tensão não ocorre mudança de sinal ou inversão de sentido em que a eletricidade passa pela carga. Embora usualmente chamada de contínua, esta tensão é na realidade unidirecional, não sendo constante uma vez que apresenta oscilações nos valores da tensão e corrente.

7.2.8 Transformadores.

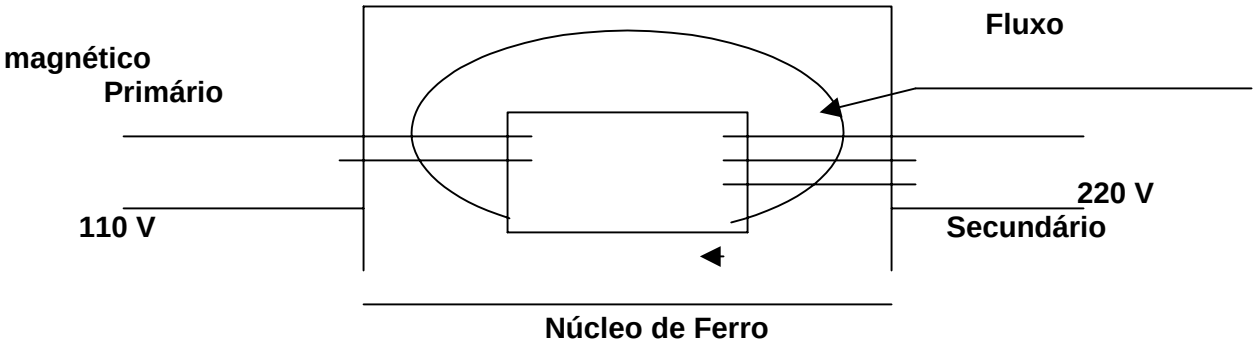
Quando a tensão de rede de alimentação não tem o valor adequado para determinada finalidade, usamos um transformador, onde a energia elétrica de uma determinada tensão passa a ser disponível em outro valor.

O funcionamento baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética produzida por correntes variáveis no tempo, só pode funcionar em corrente alternada.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Vejamos exemplo na figura 4 abaixo:

Figura 4



Na figura 4 acima, o enrolamento primário está ligado a rede de 110 V, este enrolamento possui duas espiras, e o enrolamento secundário possui quatro espiras. Os dois enrolamentos são montados em um núcleo magnético constituído de chapas de aço silício. A finalidade do núcleo é transmitir ao secundário, o campo magnético produzido pelo primário.

A tensão de cada enrolamento é proporcional ao número de espiras do mesmo, sendo que a relação Volt/espira é sempre constante. No exemplo acima, temos 110 V distribuído por duas espiras, ou seja, 55 V/espira. Como o secundário possui o dobro de espiras do primário, teremos no secundário o dobro da tensão do primário (55 x 4 = 220V).

7.2.9 Perdas Elétricas.

No exemplo apresentado supomos que o transformador operasse sem perdas. Isto não ocorre na prática, pois não é possível que ocorra transformação de energia, sem que uma parte desta energia se transforme em calor. As perdas ocorrem no transformador, no seu enrolamento, e também no próprio núcleo de ferro.

Nos enrolamentos, são usados fios ou fitas de cobre ou alumínio.

O número de espiras, bem como o tipo de fio e sua classe de isolação, são determinados pelo projeto, de acordo com a tesão desejada, freqüência de rede, qualidade da chapa de aço de silício, utilização do equipamento, etc.

As classes de isolação de um transformador informa qual a temperatura que um isolamento dos fios resiste sem se danificar. As classes de isolação utilizadas pelos fabricantes de equipamentos no Brasil obedecem a norma NBR 9378, que informa as respectivas temperaturas de trabalho, conforme mostra na tabela 1 abaixo:

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Tabela 1

CLASSE	TEMP. MÁX. DE TRABALHO (° C)
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180

As perdas do transformador representam energia que se transforma em calor, e que se dissipará para o meio ambiente.

As perdas de calor no enrolamento, será tanto maior quanto maior for a corrente que circula no mesmo, dependendo da potência exigida pela carga.

É necessário ter em mente que os materiais isolantes utilizados na construção do transformador suportam determinadas temperaturas, acima das quais eles queimam, existindo um limite pelo qual o transformador pode operar, sem perigo para isolantes.

7.2.10 Retificadores.

Em determinados processos de soldagem só podemos utilizar a corrente contínua.

Para se conseguir corrente contínua, a partir de uma alternada, usa-se um retificador, que modifica a corrente alternada em contínua.

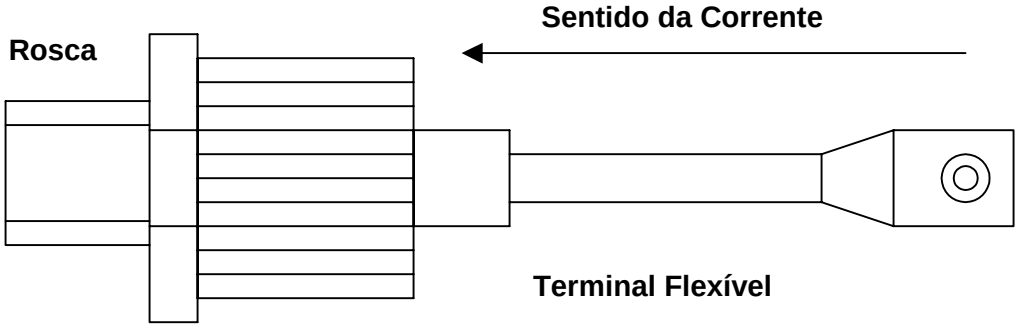
A retificação é conseguida através da utilização de diodos, ou seja, dispositivos que permitem a passagem da corrente em um só sentido, são também chamados de semicondutores.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

7.2.11 Diodos.

O dispositivo retificador mais usado é o diodo silício, veja a figura 5 abaixo que ilustra um diodo fisicamente:

Figura 5



Examinando a figura 5 acima, concluímos que o sentido da condução elétrica usual é do terminal de ligação para a área de contato no dissipador de calor.

Durante o processo de condução, no diodo ocorrem perdas, sendo que uma parte da potência é transformada em calor.

Para que a temperatura do diodo não se torne excessiva, utilizam-se dissipadores de calor que são colocados no circuito de ar de um exaustor, conseguindo assim manter a temperatura dos diodos abaixo da temperatura máxima permitida.

7.3 O GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Existem duas razões para se gerenciar a energia de uma instalação: reduzir a conta de energia, e aumentar a produtividade.

A redução na conta se dá otimizando os contratos de demanda, e eliminando as ultrapassagens de demanda e os ajustes de fator de potência. Isto é possível porque existe uma legislação de âmbito nacional que regula a cobrança da eletricidade por todas as concessionárias. O comportamento das demandas (ativa e reativa) e do fator de potência a cada 60 segundos, onde podem ser visualizadas oscilações de maior importância.

A importância do gerenciamento de energia vem crescendo porque, além da redução na conta de energia, atualmente já é possível alcançar grandes ganhos de produtividade, facilitando a manutenção e a operação das plantas. Confira as razões para isto:

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

- ✓ a riqueza de informações e detalhes permite a supervisão total do fluxo de energia na instalação, inclusive alimentando sistemas de gestão empresarial (ERP) em tempo real.
- ✓ a competitividade da economia globalizada obriga as empresas a conhecer detalhadamente seus custos de energia, rateando-o entre os vários setores (centro de custos) da planta.
- ✓ fusões e cisões de empresas, tão comuns em nossos dias, criam a necessidade de se dividir os custos da energia entre as distintas áreas contábeis.
- ✓ motores de indução tem máxima vida útil quando operados com fator de potência entre 0,95 e 1.
- ✓ transformadores tem máximo rendimento quanto maior for o fator de potência, e sua eficiência é um grande trunfo contra a obsolescência precoce de subestações.
- ✓ proteções (fusíveis e disjuntores) podem atuar desnecessariamente se a qualidade da energia utilizada cair abaixo de certos limites (uma combinação de fator de potência, distorções harmônicas e número de interrupções e transientes).
- ✓ um fenômeno chamado "efeito joule" causa aquecimento desnecessário em quaisquer equipamentos elétricos, incluindo fios e cabos, à medida em que cai o fator de potência, comprometendo a vida útil de inúmeros componentes.

Mais e mais empresas tem avançado na idéia de se gerenciar as grandezas elétricas em cada uma das subestações, controlando o fator de potência e várias outras grandezas em cada barramento elétrico de distribuição.

7.4 CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica pode ser cobrada de diversas maneiras, dependendo do enquadramento tarifário de cada consumidor. Resumidamente, a classificação dos consumidores é feita conforme abaixo:

Grupo A: Engloba os consumidores que recebem energia em tensões acima de 220V. Possui três tipos de tarifação: convencional, horo-sazonal azul e horo-sazonal verde. Nesta categoria, os consumidores pagam pelo consumo, pela demanda e por baixo fator de potência.

Grupo B: Engloba os demais consumidores, divididos em três tipos de tarifação: residencial, comercial e rural. Neste grupo, os consumidores pagam apenas pelo consumo medido.

A maioria das pequenas e médias empresas (industriais ou comerciais) brasileiras se encaixa no Grupo A, onde são cobrados pelo consumo, pela demanda e por baixo fator de potência. Estes consumidores podem ser enquadrados na tarifação convencional, ou na tarifação horo-sazonal (azul ou verde). Os custos por kWh são mais baixos nas tarifas horo-sazonais, mas as multas por ultrapassagem são mais pesadas. Assim, para a

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

escolha do melhor enquadramento tarifário (quando facultado ao cliente) é necessária uma avaliação específica.

Tarifação Convencional

Na tarifação convencional, o consumidor paga à concessionária até três parcelas: consumo, demanda e ajuste de fator de potência. O faturamento do consumo é igual ao de nossas casas, sem a divisão do dia em horário de ponta e fora de ponta. Acumula-se o total de kWh consumidos, e aplica-se uma tarifa de consumo para chegar-se à parcela de faturamento de consumo.

A parcela de faturamento de demanda é obtida pela aplicação de uma tarifa de demanda à demanda faturada, que é o maior valor dentre: a demanda registrada, a demanda contratada, e 85% da máxima demanda dos últimos 11 meses. Note bem a importância do controle de demanda: um pico de demanda na tarifação convencional pode significar acréscimos na conta de energia por até 12 meses.

Para o cálculo da parcela de ajuste de fator de potência, o dia é dividido em duas partes: horário capacitivo e o restante. Se o fator de potência do consumidor estiver fora dos limites estipulados pela legislação, haverá penalização por baixo fator de potência. Se o fator de potência do consumidor estiver dentro dos limites pré-estabelecidos, esta parcela não é cobrada.

7.4.1 - Tarifação Horo-Sazonal (Azul E Verde)

Na tarifação horo-sazonal (azul ou verde), os dias são divididos em períodos fora de ponta e de ponta, para faturamento de demanda, e em horário capacitivo e o restante, para faturamento de fator de potência. Além disto, o ano é dividido em um período seco e outro período úmido.

Assim, para o faturamento do consumo, acumula-se o total de kWh consumidos em cada período: fora de ponta seca ou fora de ponta úmida, e ponta seca ou ponta úmida. Para cada um destes períodos, aplica-se uma tarifa de consumo diferenciada, e o total é a parcela de faturamento de consumo. Evidentemente, as tarifas de consumo nos períodos secos são mais caras que nos períodos úmidos, e no horário de ponta é mais cara que no horário fora de ponta.

Na tarifação horo-sazonal azul, o faturamento da parcela de demanda será igualmente composto por parcelas relativas à cada período: fora de ponta seca ou fora de ponta úmida, e ponta seca ou ponta úmida. Para cada período, o cálculo será o seguinte:

Caso 1 - Demanda registrada inferior à demanda contratada. Aplica-se a tarifa de demanda correspondente à demanda contratada.

Caso 2 - Demanda registrada superior à demanda contratada, mas dentro da tolerância de ultrapassagem. Aplica-se a tarifa de demanda correspondente à demanda registrada.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Caso 3 - Demanda registrada superior à demanda contratada e acima da tolerância. Aplica-se a tarifa de demanda correspondente à demanda contratada, e soma-se a isso a aplicação da tarifa de ultrapassagem correspondente à diferença entre a demanda registrada e a demanda contratada. Ou seja: paga-se tarifa normal pelo contratado, e tarifa de ultrapassagem sobre todo o excedente.

Na tarifa verde, o consumidor contrata apenas dois valores de demanda, um para o período úmido e outro para o período seco. Não existe contrato diferenciado de demanda no horário de ponta, como na tarifa azul. Assim, o faturamento da parcela de demanda será composto uma por parcela apenas, relativa ao período seco ou ao período úmido, usando o mesmo critério acima.

Para o cálculo da parcela de ajuste de fator de potência, o dia é dividido em três partes: horário capacitivo, horário de ponta, e o restante. Se o fator de potência do consumidor, registrato de hora em hora ao longo do mês, estiver fora dos limites estipulados pela legislação, haverá penalização por baixo fator de potência. Se o fator de potência do consumidor estiver dentro dos limites pré-estabelecidos, esta parcela não é cobrada.

Observações:

A tolerância de ultrapassagem de demanda é uma tolerância dada aos consumidores das tarifas horo-sazonais para fins de faturamento de ultrapassagem de demanda. Esta tolerância é de 10% para a maioria, caindo para 5% para alguns grandes consumidores.

O período úmido é aquele onde, devido à estação de chuvas, os reservatórios de nossas usinas hidrelétricas estão mais altos. Como o potencial hidráulico das usinas cresce, existe um incentivo (tarifas mais baixas) para que o consumo de energia seja maior neste período. Os meses úmidos são: dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril.

O período seco é aquele onde, devido à falta de chuvas, os reservatórios de nossas usinas hidrelétricas estão mais baixos. Como o potencial hidráulico das usinas diminui, existe um acréscimo nas tarifas para que o consumo de energia seja menor neste período. Os meses secos são: maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro.

7.5 EXEMPLOS PRÁTICOS DE APLICAÇÃO DE REDUÇÃO DE ENERGIA

A aplicação do retrofit tem o objetivo de utilizar um refletor de alta eficiência, aplicado a uma luminária já instalada, tradicionalmente utilizando quatro lâmpadas fluorescentes de 40W e reator eletromagnético, com o intuito de substituir para duas lâmpadas fluorescentes de 32W e reator eletrônico mantendo o nível de iluminação e buscando conservação de energia. Veja comparação entre os modelos na tabela 1 abaixo.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Com a redução da potência instalada o custo gasto com energia, permite que o investimento inicial relativo ao refletor, lâmpadas e reatores eletrônicos seja pago integralmente em curto prazo. A economia indireta obtida pelo menor uso de lâmpadas e reatores e conseqüentemente a diminuição de carga térmica do ambiente, permite uma melhoria de desempenho nos custos com ar condicionado, acelerando ainda mais o retorno do investimento.

Um sistema de retrofit bem elaborado deve permitir que o refletor de alto rendimento seja instalado na luminária existente sem que haja a necessidade de desativar o ambiente de trabalho, alterar o forro local ou substituir a fiação.

Veja exemplo na tabela 2 abaixo:

TABELA 2

MODELO ANTIGO 4X40W - Refletor em chapa de aço pintada de branco - Fluxo por lâmpada de 2600 lúmens - 2 reatores eletromagnéticos duplos de 40W com 22W de consumo cada um CONSUMO TOTAL DE 204W	MODELO " RETROFITADO" 2X32W - Refletor em alumínio importado anodizado alto brilho - Fluxo por lâmpada de 2700 lúmens - 1 reator eletrônico duplo de 32w com zero de perdas CONSUMO TOTAL DE 64W
EXEMPLO COM LUMINÁRIA FLUORESCENTE DE EMBUTIR	
RENDIMENTO APROXIMADO DE 55% (Com refletor em chapa de aço pintada de branco)	RENDIMENTO APROXIMADO DE 80% (Com refletor em alumínio importado alto brilho)
EXEMPLO COM LUMINÁRIA FLUORESCENTE DE SOBREPOR	
RENDIMENTO APROXIMADO DE 51% (Com refletor em chapa de aço pintada de branco)	RENDIMENTO APROXIMADO DE 70% (Com refletor em alumínio importado alto brilho)

A tabela 2 nos mostra a comparação e como aproveitar e economizar com recursos do modelo retrofitado com lâmpadas de 2 X 32 W.

ECONOMIA DE 68% NO CONSUMO DE ENERGIA

7.5.1 Exemplo de Cálculo de Projeto de Iluminação

Deseja-se saber quantas luminárias de duas lâmpadas serão necessário num escritório com 19 metros de comprimento por 10 metros de largura e 3 metros de pé direito, o raciocínio a observar é o seguinte:

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

A) Escolha do nível de iluminação (E):

A primeira providência será escolher o nível médio de iluminação em função do tipo de atividade visual a ser exercido no local, baseando-se nas orientações da tabela 2 abaixo, consideramos que o valor de 500 lux seja o escolhido.

B) Fator do local (K):

A segunda providência será calcular o fator do local, que depende das dimensões do recinto.
Para todas as luminárias podemos empregar a fórmula:

$$K = \frac{C \times L}{A \times (C + L)}$$

Onde:
C = comprimento do local (19 m)
L = largura do local (10 m)
A = altura da luminária ao plano de trabalho (2,2 m, pressupondo mesas de 0,80 m)

Portanto:

$$K = \frac{19 \times 10}{2{,}2 \times (19 + 10)} = 2{,}97$$

C) Fator de utilização (n):

Para determinar o valor do fator de utilização das duas luminárias vejamos a tabela 1 abaixo, admitindo para K um valor arredondado de (K = 3) e avalie as reflexões médias no teto e nas paredes.
Consideremos que o local tenha teto claro e parede escura. (Primeiro algarismo representa reflexão do teto, segundo, reflexão da parede e o terceiro do piso. Branco = 7; Claro = 5; Médio = 3; Escuro = 1). Obtemos portanto o valor 511, ou seja n = 0,55, conforme a tabela 1 abaixo.
Os índices 1, 3, 5, 7 correspondem a 10, 30, 50 e 70 por cento de reflexão.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

TABELA 1

Determinar o fator de utilização (n) com luminárias de 2 lâmpadas

K	*751*	*731*	*711*	*551*	*531*	*511*	*331*	*311*	*000*
0,6	0,32	0,25	0,21	0,28	0,23	0,19	0.20	0,17	0,13
0,8	0,39	0,33	0,28	0,35	0,29	0,25	0,26	0,23	0,18
1,0	0,45	0,39	0,34	0,40	0,35	0,30	0,31	0,27	0,21
1,2	0,51	0,44	0,39	0,45	0.40	0,36	0,35	0,32	0.25
1,5	0,55	0,49	0,44	0,49	0,44	0,40	0,39	0,36	0,29
2,0	0,61	0,56	0,58	0,54	0,50	0,47	0,45	0,42	0,34
2,5	0,65	0,61	0,57	0,58	0,54	0,51	0,48	0,46	0,37
3,0	0,68	0,64	0,61	0,61	0,58	**0,55**	0,51	0,49	0,40
4,0	0,72	0,69	0,66	0,64	0,62	0,59	0,55	0,53	0,43
5,0	0,75	0,72	0,69	0,67	0,64	0,62	0,57	0,55	0,45

D) Agora podemos determinar o fluxo total (Φ) pela fórmula:

$$\Phi = \frac{S \times E}{n \times d}$$

Sendo:
S= 19 x 10 = 190 m^2
E = 500 lux (iluminação desejada)
d = 0,8 (veja na tabela 3 de Fator de depreciação)

Portanto $\Phi = \frac{19 \times 10 \times 500}{0{,}55 \times 0{,}8} = 215.910$ lúmens

Sabendo que cada lâmpada fluorescente de 65 Watts, cor luz do dia fornece 4.000 lúmens, deduzimos que cada luminária com duas lâmpadas emitem 8.000 lúmens. Como o fluxo total necessário é de 215.910 lúmens e como cada luminária fornece 8.000 lúmens, torna-se fácil concluir que a quantidade de luminárias necessárias é de

$$x = \frac{215.910}{8.000} = 27 \text{ luminárias}$$

E) Adotando nível de utilização

A escolha do nível de utilização poderá observar a tabela 2 abaixo, onde os valores do lado direito são indicados como mínimos e os do lado esquerdo como desejáveis ou bons.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

TABELA 2

NÍVEL DE UTILIZAÇÃO

Mínimo para ambientes de trabalho	150 lux
Tarefas visuais simples e variadas (trabalho bruto)	500 – 250 lux
Observações contínuas de detalhes médios e finos (trabalho normal)	1.000 – 500 lux
Tarefas visuais contínuas e precisas (trabalho fino, por ex. desenho)	2.000 – 1.000 lux
Trabalho muito fino (geralmente iluminação local, ex. conserto de relógio)	Acima de 2.000 lux

F) Fator de depreciação (d):

Com o tempo paredes e tetos ficarão sujos. Os equipamentos de iluminação acumularão poeira.
As lâmpadas fornecerão menor quantidade de luz. Alguns destes fatores poderão ser eliminados por meio de manutenção. Na prática para amenizarmos o efeito desses fatores, admitindo-se uma boa manutenção a cada 6 meses, podemos adotar os valores da tabela 3 abaixo:

TABELA 3

FATOR DE DEPRECIAÇÃO (d)

Ambiente	d
Limpo	0,9
Médio	0,8
Sujo	0,6

G) Distribuição das luminárias:

O espaçamento entre as luminárias depende da sua altura ao plano de trabalho (altura útil) e da sua distribuição de luz. Esse valor situa-se, geralmente, entre 1 a 1,5 vez a altura útil, em ambas as direções. O espaçamento até as paredes deverá corresponder à metade desse valor.

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

7.6 BIBLIOGRAFIA

SEYMOUR D. Uslan, Enciclopédia Record Eletricidade e Eletrônica, 9ª ed., Editora Record Cutural

Site Engecomp Tecnologia em Automação e Controle Ltda.

Manual para cálculo de iluminação interna – PHILIPS do Brasil Ltda.

Joaquim Roberto, Manual de Treinamento Eutectic do Brasil Ltda.
Material gentilmente cedido pelo Prof. Luiz Gimenes Júnior, onde ministra o curso " Técnicas de Fabricação" na Faculdade de Tecnologia de São Paulo

7.7 AUTORES

Antônio R. Micalli Jr. nº 961501-6 e-mail:rubensmicalli@ig.com.br
José R. Batalha nº 982491-1 e-mail:betobatalha@ig.com.br
Rogério Razera nº 982482-0 e-mail:rmrazera@uol.com.br
Sandro L. Mariucci nº 982513-4 e-mail:produção@tecalon.com.br

Copyright © 2002 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

8.0 Arames Tubulares em Usinas de Cana de Açucar
8.1 Introdução
8.2 Principais Peças E Desgastes
8.3 Descrição do Processo de Soldagem por Arame Tubular e dos Dispositivos de Utilização dos Mesmos no Revestimento de Equipamentos de Usinas de Cana de Açucar.
8.3.1 Descrição Do Processo
8.3.2 Arames Tubulares para Revestimentos Contra Desgaste por Abrasão
8.3.3 Características Técnicas Do Processo
8.3.4 Sistemática para a Utilização do Processo Arame Tubular nas Usinas de Cana de Açúcar e Equipamentos de Aplicação
8.3.4.1 Oscilador Automático
8.3.4.2 Robô De Soldagem
8.4 Principais Ligas de Revestimento e suas Funções
8.4.1 Consumíveis para Revestimento - Din 8555
8.4.2 Arames Tubulares para Aço Carbono (Aws A5.20) e Baixa Liga (Aws A5.29)
8.4.3 Arames Tubulares para Aços Inoxidáveis (Aws A5.22)
8.5 Bibliografia
8.6 Autor

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

8.0 ARAMES TUBULARES EM USINAS DE CANA DE AÇUCAR

8.1 INTRODUÇÃO

A usina de cana açúcar é a empresa onde a mesma é processada a fim de se obter os seus derivados, como por exemplo; açúcar, álcool, energia térmica, energia elétrica, etc.

Este processamento se dá através de alguns processos básicos como; desfibração, moagem, cozimento , filtragem.

Seqüencialmente, a cana após colhida passa por um conjunto de martelos e facas que reduzem a sua seção transformando-as em fibras, este processo sujeita o equipamento a um desgaste abrasivo severo, pois através do contato direto com a cana a seção dos equipamentos é reduzida pelas partículas abrasivas da cana.

Quando desgastados, os martelos e facas necessitam de um trabalho de recomposição, isto é, reposição da parte desgastada, que em geral é realizada através de um processo de soldagem.

Após desfibrada a cana é levada para os ternos de moagem onde a cana é moída e seu caldo é extraído. Em conjunto com os ternos de moagem, trabalham as bagaceiras, que são pentes que trabalham engrenados com os frisos de moenda recolhendo os bagaços de cana já moídos.

Durante este processo , existem três tipos de desgaste: por moagem, por abrasão e por atrito.

Antes mesmo do equipamento entrar em operação, ele é revestido superficialmente por ligas de carboneto de alta dureza que são aplicados também por processos de soldagem, que no decorrer do trabalho serão desgastados pelos mecanismos de desgaste citados acima.

Para os processos de moagem e desfibração, os processos de soldagem utilizados no revestimento das peças desgastadas são: eletrodo revestido (S.M.A.W) ou arame tubular (F.C.A.W.)

A escolha do processo de soldagem para o revestimento, se dá basicamente em função do custo e qualidade .

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

A tabela 1 compara os dois processos quanto ao consumo médio de cada (eletrodo revestido e arame tubular) no revestimento das camisas de moenda .

Tabela 1 - TABELA ORIENTATIVA (Kg/cilindro)

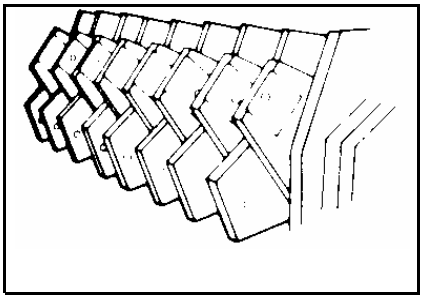
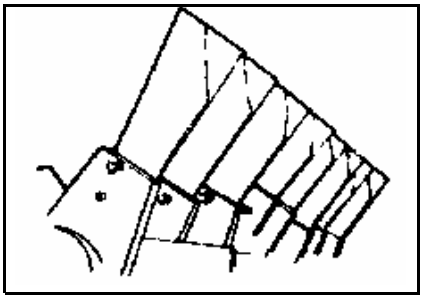
	MOENDA 48(28" X 48")		MOENDA 54(30" X 54")		MOENDA 66(34" X 66")		MOENDA 78(37" X 78")		MOENDA 84(42" X 84")	
	ARAME	ELETRODO	ARAME	ELETRODO	ARAME	ELETRODO	ARAME	ELETRODO	ARAME	ELETRODO
BASE	5	10	8	11	10	13	13	15	15	20
SOBRE-BASE	5	10	8	11	10	13	13	15	15	20
LATERAL	28	38	30	40	32	56	36	63	40	69
PICOTE	10	15	15	20	25	32	27	37	30	40

Figura 1 : aplicação em camisas de moenda com eletrodo revestido.

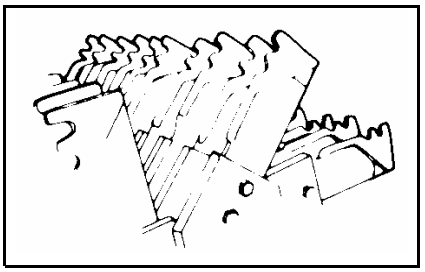
Cortesia Bohler Thyssen Tec. De Soldagem.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

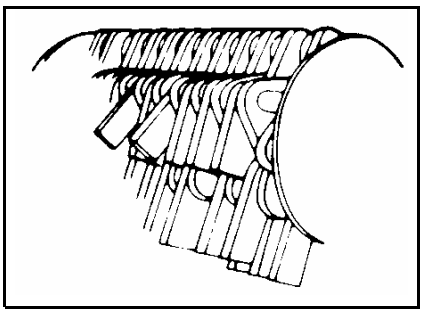
8.2 PRINCIPAIS PEÇAS E DESGASTES

FIGURA	PEÇA	RECOMENDAÇÃO
	CONJUNTO PORTA FACAS	**REVESTIMENTO** DIN 8555 E 10-UM-60 DIN 8555 E 10-UM-65
	Este equipamento é onde se situam , as facas as quais cortam e picotam a cana extraída , provocando um intenso desgaste abrasivo , devido a abrasividade da cana e a abrasividade dos materiais encontrados na cana , como areia , terra , sílica , etc.	Utilizam-se nestes casos eletrodos e arames a base de Carbonetos Complexos , que por sua estrutura a base de carbonetos , que são compostos a base de C com dureza elevadíssima , garantem uma ótima resistência à abrasão da cana e dos resíduos de extração da mesma.
	FACAS DE CORTE	**RECONSTITUIÇÃO** AWS E 7018 **REVESTIMENTO** DIN 8555 E 10-UM-60 DIN 8555 E 10-UM-65 DIN 8555 MF 10-GF-60
	São as facas presentes no conjunto porta-facas cuja função é picotar a cana , antes da desfibração , as características técnicas estão descritas acima.	A única particularidade , referente ao item acima é a utilização do eletrodo E 7018 , para recompor desgaste no corpo da faca .

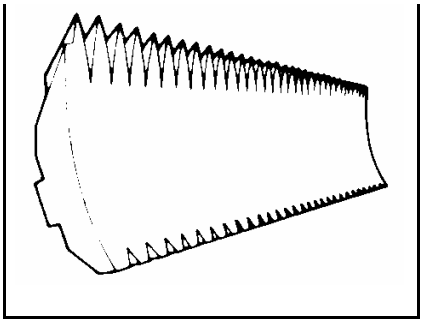
Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP



FACAS DESFIBRADORAS	**RECONSTITUIÇÃO** AWS E 7018 **REVESTIMENTO** DIN 8555 E 10-UM-60 DIN 8555 E 10-UM-65 DIN 8555 MF 10-GF-60
São equipamentos seqüenciais as facas de corte , eles promovem uma desfibração das fibras que serão moídas seqüencialmente.	São utilizados carbonetos de Cr e carbonetos complexos afim de diminuir os desgastes destes equipamentos.



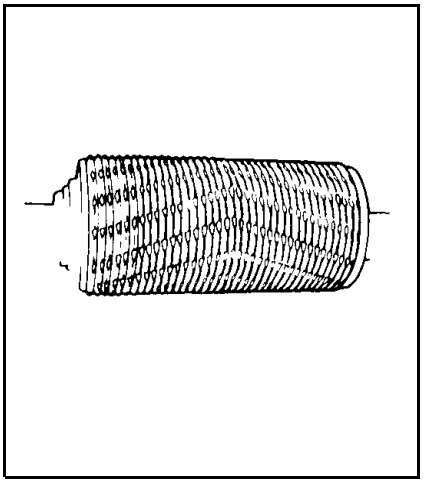
MARTELOS DESFIBRADORES	**RECONSTITUIÇÃO** AWS E 7018 **BASE** DIN 8555 E 6-UM-60 DIN 8555 MF 6 -GF-60 **REVESTIMENTO** DIN 8555 E 10-UM-65 DIN 8555 MF 10-GF-60
São equipamentos seqüenciais às facas de corte , eles promovem uma desfibração das fibras que serão moídas seqüencialmente	São utilizados carbonetos de Cr e carbonetos complexos afim de diminuir os desgastes destes equipamentos



BAGACEIRA	**CONTORNO DOS DENTES** AWS E 312-16 / AWS E 309-17 **OPÇÃO DE BASE** DIN 8555 E 6-UM-60 **REVESTIMENTO** DIN 8555 E 10-UM-60 DIN 8555 E 10-UM-65

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

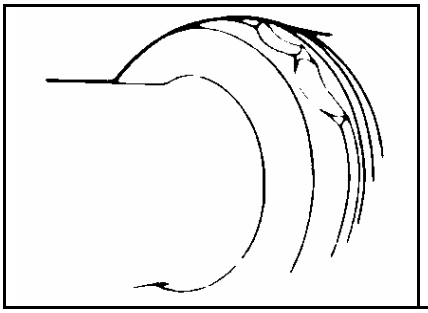
Ligas inoxidáveis para a execução dos contornos de dentes , que formarão um suporte para o depósito do revestimento anti abrasivo , a base de carbonetos de cromo



CAMISA DE MOENDA	**BASE** AWS E St AWS E 7018 AWS E 71 – T1 **SOBRE-BASE E LATERAL** DIN 8555 E 6-UM-60 DIN 8555 MF 6 -GF-60 **PICOTE** DIN 8555 E 10-UM-65 DIN 8555 MF 10-GF-60 **CHAPISCO** Des. Especiais A base de Carbonetos

Ë a peça que trabalha em conjunto com outras duas similares formando o terno de moagem , onde a cana é esmagada afim de que seja extraído o seu caldo

Diversas ligas descritas durante este trabalho .



QUEBRA DE FRIZO	**BASE** AWS E St **RECONSTITUIÇÃO** AWS E NiFe-CI

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

8.3 Descrição do Processo de Soldagem por Arame Tubular e dos Dispositivos de Utilização dos Mesmos no Revestimento de Equipamentos de Usinas de Cana de Açucar.

Neste processo, utilizam-se consumíveis de ligas especiais com fluxo interno que serão aplicadas nas peças a serem revestidas. Dependendo do consumível utilizado haverá a necessidade ou não de gás de proteção na solda, isto dependerá da recomendação do fabricante do consumível.

Os arames tubulares representam hoje um ganho muito grande em tempo e custo de operação nas usinas, já que o processo é contínuo e geralmente executado por dispositivos mecanizados, permitindo maiores velocidades de soldagem.

8.3.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Abaixo segue esquema do processo:

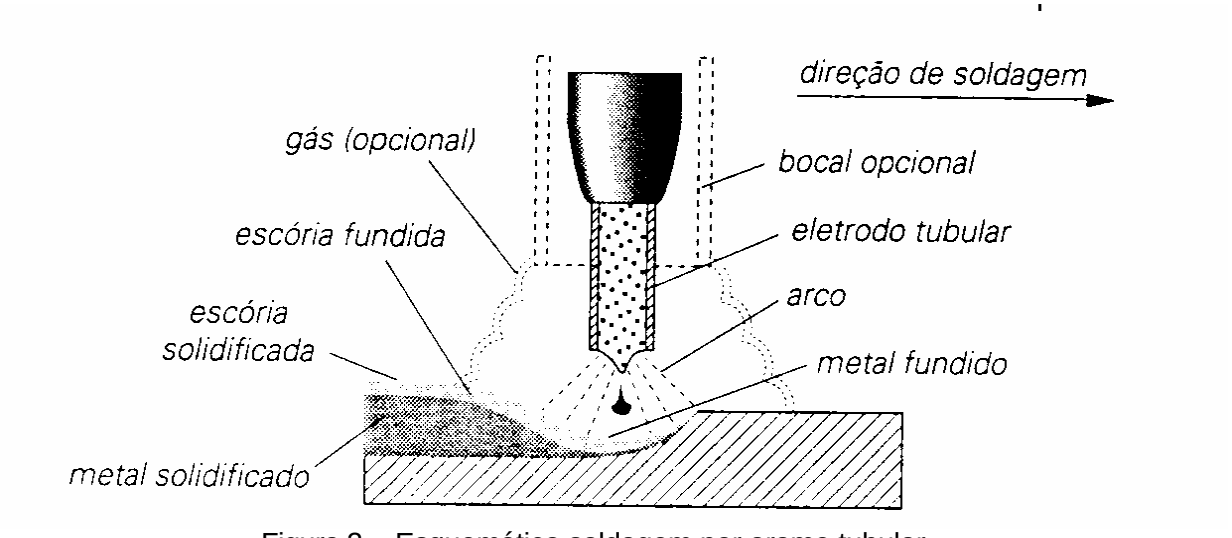


Figura 2 – Esquemático soldagem por arame tubular

Processo de soldagem ao arco elétrico, que consiste na fusão através de um arco elétrico formado entre a peça e o eletrodo.

A alimentação do processo é continua, já que o metal de adição se encontra na forma de arame contínuo bobinado.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

A principal característica do processo, é de que seu metal de adição é um arame em forma tubular com fluxo interno, para adição de materiais de liga e proteção da poça de fusão, sendo algumas vezes necessária a utilização de um gás de proteção.

Principais vantagens do arame tubular:

- arco voltaico largo, permitindo uma maior penetração da solda;
- menor densidade de corrente devido a menor massa metálica, conseguindo arcos mais estáveis e maior penetração com baixas correntes;
- melhor aspecto visual se comparado ao processo ao processo MIG;
- altas taxas de deposição.

8.3.2 Arames Tubulares para Revestimentos Contra Desgaste por Abrasão

O revestimento contra desgaste por abrasão por meio de arames tubulares tornou-se um dos mais importantes processos de revestimento de superfícies, tanto na recuperação e manutenção como também em peças novas. As vantagens são bem visíveis, pois os principais fatores que predominam no custo da soldagem, como " cadência de trabalho" e " eficiência de deposição" , sofrem influências extremamente positivas com a aplicação parcialmente mecanizada.

Uma outra vantagem consiste na flexibilidade da composição química, e com isso a possibilidade de produzir ligas especiais de máxima resistência ao desgaste abrasivo.

8.3.3 Características Técnicas Do Processo

O processo de revestimento com arames tubulares, tem como característica principal a utilização de altas energias de soldagem, devido a utilização de grandes diâmetros de consumíveis , o que aumenta o rendimento do processo. Este processo resulta em uma alta produtividade, bem maior que a dos processos (MIG/MAG), e em muitos dos casos possuem a vantagem de não utilizarem proteção gasosa.

Resumo das características técnicas:

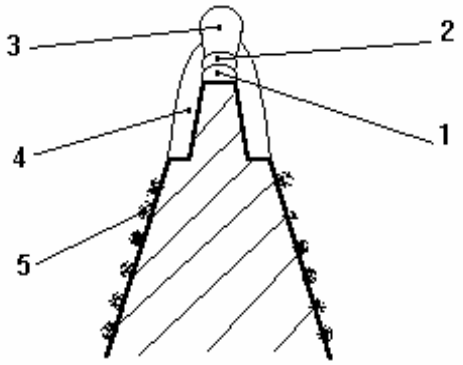
- Processo semi-automático, ou automatizado;
- Soldagem por arco elétrico;
- União feita por fusão da junta;
- A alimentação do metal de adição é contínua;
- Dependendo do metal de adição, utiliza-se ou não de gás de proteção;
- O metal de adição é oco, e contém fluxo em seu interior
- Produz escória
- Processo de alta produtividade (maior que MIG/MAG).

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

8.3.4 Sistemática para a Utilização do Processo Arame Tubular nas Usinas de Cana de Açúcar e Equipamentos de Aplicação

A utilização de arames tubulares em usinas de cana açúcar tem crescido vertiginosamente nos últimos anos, devido à praticidade e rapidez do processo. Após o desenvolvimento dos arames tubulares de revestimento duro, fez-se necessário o desenvolvimento de equipamentos para a aplicação destes arames, devido à robustez dos equipamentos e à necessidade de um aumento na produtividade, principalmente nas camisas de moenda.

Com a camisa girando em torno de seu próprio eixo, os eletrodos são colocados em contato com as mesmas, a fim de que se forme um arco elétrico, e tirando proveito do movimento da camisa, que deposita o consumível sobre ela, são executados alguns passes conforme descrição a seguir:



1. Base, camada de base ou interface sobre o ferro fundido, geralmente executado com as ligas.

2. Sobre base – camada opcional de interface entre camisa de ferro fundido e o revestimento duro, geralmente executado com ligas do tipo DIN 8555 E 3-60.

3. Picote – o picote é uma camada de solda, com um formato parecido a um botão de espessura de aproximadamente 10mm, onde em contato com vão da outra moenda promove o esmagamento da cana e conseqüente extração do seu caldo. Este processo é geralmente executado em dois ou três passes e são utilizados ligas do tipo DIN 8555 E 10-60, E 10-65 etc.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

4. Laterais - as laterais correspondem às laterais do friso, que se encontram em contato com a cana e com as laterais do outro friso, elas servem também para que não haja queda ou quebra dos outros passes. São usados geralmente ligas do tipo DIN 8555 E 10-60 e E 10-65 (carbonetos de cromo e carbonetos complexos).

5. Chapisco – é uma pulverização feita através de soldagem que permite um melhor arraste da cana devido ao seu atrito, aliado a compressão com a mesma. Este processo é na maioria das vezes executados com a moenda em funcionamento, ou seja com o caldo caindo sobre a solda o que torna a condição de soldagem muito desfavorável. Geralmente são utilizados ligas especiais a base de carbonetos de cromo e carbonetos complexos. Para estes fins foram criados os equipamentos de aplicação automatizados, que são cabeçotes que tracionam os arames, automatizando o processo, com se pode ver a seguir:

Mas em cada um dos 5 passes existe uma particularidade operacional conseqüentemente distinguindo o funcionamento dos equipamentos e os parâmetros de soldagem.

Figura 3: Gentileza Bohler Thyssen

8.3.4.1 Oscilador Automático

Este equipamento permite a soldagem de múltiplos passes , com oscilação de arame , permitindo a confecção de cordões com aspectos requeridos pelo fabricante. Nas usinas ele é utilizado exclusivamente para passe lateral, onde se necessita de um cordão de solda com largura de aproximadamente 12mm, com a oscilação da tocha produzida pelo equipamento, é necessário no entanto um ajuste preciso nos parâmetros de soldagem para que se promova um preenchimento correto do rebaixo do friso. Neste processo, a camisa se encontra na posição horizontal, com a tocha posicionada perpendicularmente a ela, a camisa gira sobre seu próprio eixo e a tocha então parada oscila em uma freqüência pré determinada pelo técnico de soldagem para permitir o

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

preenchimento correto da lateral do friso. Para os demais passes é utilizado um posicionador, que consiste em um varão metálico que posiciona a tocha próxima a camisa, a fim de que ela execute a soldagem. Para cada passe de solda a tocha deve ser posicionada diferentemente, como veremos a seguir**:**

a) Base e sobre base

Para a execução da base e da sobre base a tocha deve estar sobre a camisa, tendo uma inclinação de aproximadamente 35º em relação a ela , que somado ao sentido de giro da camisa, provocará um movimento de arraste no cordão de solda conforme desenho acima. Este arraste faz-se necessário para de que se obtenha um cordão mais largo, gerando assim uma boa base para o assentamento do picote.

b) Picote

No picote, o princípio é o mesmo da base, apenas com algumas diferenciações.

I. É necessário o uso de um temporizador, que interrompa o arco num tempo pré-determinado, para que se forme interrupção no depósito, necessários para a formação das bolinhas de picote.

II. Trabalha-se com parâmetros de soldagem mais ajustados, para que a solda tenha uma boa altura e um formato de cordão pré-determinado.

O grande problema do equipamento supracitado é a não automação total do processo, já que nas trocas de frisos, o operador é obrigado a parar o sistema, reposicionando-se e muitas vezes reajustando os parâmetros de soldagem, o que acaba causando um aumento do tempo de trabalho, e conseqüentemente um aumento nos custos da usina.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

8.3.4.2 Robô De Soldagem

Uma segunda opção é a utilização de um equipamento que faça todas as funções descritas anteriormente, sem interrupções no processo. Para isto foi desenvolvido um equipamento similar a um robô, onde todos os parâmetros são inseridos e o robô executa o trabalho sem interrupções. Os parâmetros de soldagem devem ser ajustados como já perceptível de acordo com especificação de cada usina, e de acordo com cada fabricante de arames.

Figura 4 : Arame Aplicado em Camisas de Moenda com robô de soldagem.
Gentileza Bohler Thyssen

8.4 Principais Ligas de Revestimento e suas Funções

Neste item iremos descrever as características de alguns arames tubulares utilizados em usinas cana de açúcar .

8.4.1 Consumíveis para Revestimento - Din 8555

Esta é uma norma onde classifica todos os tipos de consumíveis e processos. Trata-se de uma norma bastante ampla, com tolerâncias muito abertas.

EX. DIN 8555 E 10-UM-65GRZ

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

E → Identifica o processo de soldagem (Tabela 1).

Tabela 1

SIGLA	PROCESSO
E	Soldagem a arco elétrico manual
G	Soldagem com processo oxigás
MF	Soldagem com arame tubular
WSG	Soldagem com processo TIG (Vareta)
MSG	Soldagem com processo MIG/MAG
UP	Soldagem por arco submerso

10 → Identifica a composição química do material (Tabela 2).

Tabela 2

GRUPO	TEORES EM %									
	C	Co	Cr	Fe	Mn	Mo	Ni	W	V	Outros
1	<0,4	-	≤3,0	-	0,5-3,0	≤1,0	≤3,0	-	-	-
2	>0,4	-	≤5,0	-	0,5-3,0	≤1,0	≤3,0	-	-	-
3	0,2-0,5	-	1,0-5,0	-	-	≤4,0	≤5,0	1,0-10,0	0,15-1,5	-
4	0,6-1,5	≤15,0	4,0-6,0	-	-	≤10,0	-	1,5-18,0	≤3,0	-
5	≤0,2	-	5,0-30,0	-	-	≤2,0	≤5,0	-	-	-
6	0,2-2,0	-	5,0-18,0	-	-	≤2,0	-	-	-	-
7	0,5-1,2	-	≤3,0	-	11,0-18,0	*	≤3,0	-	-	-
8	≤0,25	-	18,0-20,0	-	5,0-8,0	*	5,0-9,0	-	-	-
9	≤0,3	-	13,0-30,0	-	-	≤5,0	8,0-25,0	-	-	Nb/Ta ≤1,5
10	1,5-5,0	≤5,0	27,0-35,0	-	≤8,0	≤3,0	-	≤5,0	-	-
20	0,7-3,0	30,0-70,0	25,0-33,0	rest.	-	≤3,0	≤3,0	3,0-25,0	-	-
21	-	-	CCr ≤80					WC ≤80,0	-	Ti *
22	≤1,0	1,0-1,5	8,0-18,0	-	-	-	65,0-85,0	*	-	B ≤5,0
23	≤0,12	≤2,5	≤18,0	4,0-7,0	-	8,0-35,0	rest.	≤20,0	0,2-0,6	-

GRUPO	COMPOSIÇÃO EM %							
	Sn	Al	Fe	Ni	Si	Mn	Cu	Outros
30	6,0-12,0	-	-	-	-	-	rest.	-
31	-	5,0-15,0	6,0	-	-	-	rest.	-
32	-	-	*	5,0-45,0	-	*	rest.	

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

UM → Indica o método de produção do consumível (Tabela 3).

Tabela 3

SIGLA	CARACTERISTICA
GW	Laminado
GO	Fundido
GZ	Trefilado
GS	Sinterizado
GF	Tubular
UM	Revestido

65 → - Indica a faixa de dureza do metal depositado (Tabela 4).

Tabela 4

GRUPO	FAIXA DE DUREZA
150	125 - 175 HB
200	175 - 225 HB
250	225 - 275 HB
300	275 - 325 HB
350	325 - 375 HB
400	375 - 450 HB
500	450 - 530 HB
40	37 - 42 HRC
45	42 - 47 HRC
50	47 - 52 HRC
55	52 - 57 HRC
60	57 - 62 HRC
65	62 - 67 HRC
70	68 HRC

GRZ → Indica as propriedades do metal depositado(Tabela 5).

Tabela 5

SIGLA	CARACTERÍSTICA
C	Resistente à corrosão
G	Resistente ao desgaste por abrasão
K	Capacidade de endurecimento com trabalho (compressão a frio)
N	Não - magnético
P	Resistente ao impacto
R	Resistente a oxidação
S	Formação de fio de corte (aço rápido)
T	Resistente a alta temperatura, trabalho a quente
Z	Resistente a formação de carepas acima de 600 ^{0}C

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

8.4.2 Arames Tubulares para Aço Carbono (Aws A5.20) e Baixa Liga (Aws A5.29)

FORMA DE APRESENTAÇÃO ⇒ E XX T - XX

E Þ Indica eletrodo
1° algarismo Þ Indica a resistência mínima à tração em PSI X 10.000
2° algarismo Þ Indica posição de soldagem: 0 = plana e horizontal
1 = todas as posições
T Þ Indica tubular
Últimos algarismos Þ indica elementos de liga, ensaios exigidos e tipo de gás
Quando 1 número somente Þ aço carbono
Quando 1 letra e 1 número Þ aço baixa liga.Tipo: A - Ligado ao C - Mo
B - Ligado ao Cr - Mo
Ni - Ligado ao Níquel
D - Ligado ao Mn - Mo
K/G/W - Outros tipos de ligas

EXEMPLOS: E 70T-1 ; **E 71T-1 ; E 80T1B2 ; E 81T1Ni2**

8.4.3 Arames Tubulares para Aços Inoxidáveis (Aws A5.22)

FORMA DE APRESENTAÇÃO Þ E XXX T X - X

E Þ Indica eletrodo
3 algarismos antes do T Þ Indica a liga inoxidável conforme norma AISI
T Þ Indica tubular
1° algarismo depois do T Þ Indica a posição de soldagem: 0 = plana e horizontal
1 = todas as posições
2° algarismo depois do T Þ Indica o tipo de gás à ser usado: 1 = CO_2 puro
3 = Sem gás
4= 80%Ar/20%CO_2
5 = Argônio puro

EXEMPLOS: **E308LT0-1 ; E309MoLT01(4) ; E316LT01**

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

8.5 Bibliografia

Curso de soldagem Sucro-Alcooleira
Autor: Alexandre Serra dos Santos
Empresa: Bohler Thyssen Técnica de Soldagem

Curso Básico de Soldagem
Autor: Alexandre Serra dos Santos
Empresa: Bohler Thyssen Técnica de Soldagem

Sistemas Programados de Manutenção
Autor: Departamento Técnico da Eutectic Castolin
Empresa: Eutectic Castolin

Semi-Automação de Soldagem pelo Processo Arame Tubular
Autor: Departamento Técnico da Copersucar
Empresa: Bohler Thyssen Técnica de Soldagem

Cd Técnico WF 2001 BR
Autor: Departamento Técnico da Bohler Thyssen Técnica de Soldagem
Empresa: Bohler Thyssen Técnica de Soldagem

Soldagem
Autor: Diversos
SENAI

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

8.6 Autor

Marcelo Facundo Severo - marcelofacundo@ig.com.br
Eduardo Gomes - eduaranha@ig.com.br
João Marcelo Tiago Acosta - marceloquadrani@uol.com.br
Juliano Neves Panão - jpanao@yahoo.com.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

9.0 Seleção de Equipamentos para Captaçao de Fumos e Gases de Soldagem
- **9.1 Introdução**
- **9.2 Braços Extratores**
- **9.3 Exaustores Portáteis**
- **9.4 Filtros Móveis**
- **9.5 Tipos de filtração**
- **9.6 Sistemas Centralizados**
- **9.7 Sucção Na Tocha**
- **9.8 Adução De Ar Filtrado**
- **9.9 RESUMO**
- **9.10 Autor**

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

9.0 Seleção de Equipamentos para Captaçao de Fumos e Gases de Soldagem

9.1 Introdução

Atualmente, o problema das emissões de fumos e gases tóxicos nos processos de solda já é bastante conhecido dos engenheiros e técnicos de soldagem, e também de grande parte dos soldadores. O potencial de risco à saúde e a insalubridade dos ambientes de soldagem ficam cada dia mais evidentes através dos inúmeros estudos que se desenvolveram e se desenvolvem atualmente no exterior, relacionando certas doenças à atividade de soldagem.

Cada processo de solda tem suas particularidades no que concerne à emissão de poluentes dependendo do tipo de consumível utilizado, da energia aplicada, do material base, revestimentos, enfim, uma série de fatores que influenciam quantitativa e qualitativamente as emissões do processo. Alguns aspectos porém, são comuns a todos os processos, ou seja, em qualquer processo de soldagem ao arco elétrico, arco plasma e à chama existem emissões de fumos (particulados) e gases tóxicos oriundos do ponto de solda. Normalmente estes poluentes atingem as maiores concentrações, na zona de respiração do soldador, podendo, dependendo do caso, poluir o ambiente de trabalho como um todo. Portanto, ainda que não haja concentração excessiva de poluentes oriundos da solda no ambiente interno, o soldador, que está muito próximo ao ponto de emissão, pode estar sujeito à altas concentrações de fumos metálicos e gases tóxicos na zona de respiração.

Segundo as normas vigentes no Brasil (NR 9 - PPRA Programa de Prevenção de Riscos Ambientais), e na maior parte dos países industrializados, as medidas de combate à contaminação ambiental no trabalho devem seguir a seguinte hierarquia:

1. medidas que **eliminem** ou reduzam a utilização ou a formação de agentes prejudiciais à saúde;
2. medidas que **previnam** a liberação ou a disseminação desses agentes no ambiente de trabalho;
3. medidas que **reduzam** a liberação ou a disseminação desses agentes no ambiente de trabalho.

No primeiro caso estão as ações tomadas no âmbito dos processos, para eliminar as emissões, ou seja, seleção do método de soldagem, dos consumíveis, dos parâmetros, da preparação do metal base, e etc. Obviamente, existe uma certa limitação nestas ações uma vez que os fatores determinantes destas escolhas estão muito vinculados a aspectos técnicos de performance e qualidade da soldagem a ser realizada. Existe porém um espaço de manobra onde é possível manter praticamente inalteradas as características da solda, reduzindo o nível de emissão de fumos e gases tóxicos.

Um exemplo clássico é a seleção do gás de proteção para soldagem MAG de aço carbono. O uso de misturas á base de argônio aliadas à uma correta seleção de

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

parâmetros pode reduzir muito a quantidade de fumos metálicos emitidos no processo embora, em alguns casos, possa também representar um aumento na emissão de ozônio.

De fato, embora as possibilidades sejam limitadas é possível ajustar o processo de soldagem para reduzir o nível de emissões poluentes, mantendo suas principais características técnicas.

No segundo lugar da escala hierárquica definida pela norma NR 9 estão as ações que previnam a liberação ou a disseminação dos poluentes gerados no processo. Neste caso, se incluem as ações tomadas para captar e tratar **todo o poluente gerado** na soldagem antes que eles sejam liberados para o ambiente. Isto obviamente implica no enclausuramento do local de soldagem o que é impossível visto que pelo menos o soldador tem que ter acesso ao ponto de solda (ou ponto de emissão), e lá permanece durante a execução. Algumas células de trabalho automatizadas ou robotizadas podem de fato, ser enclausuradas, porem isto é uma situação muito específica que não pode ser tomada como regra.

Em terceiro lugar na escala, estão as ações que reduzam a liberação ou a disseminação dos poluentes no ambiente de trabalho. Neste caso se incluem os equipamentos de captação, que devem estar posicionados sempre o mais próximo possível do ponto de solda, impedindo que os poluentes atinjam a zona de respiração do soldador. Este método normalmente é chamado de **" Captação na fonte de emissão"**.

Na prática, esta é a opção de maior aplicação pois pode ser utilizada em quase todas as situações de soldagem e tem demonstrado excelentes resultados em termos de flexibilidade, desempenho e durabilidade dos equipamentos empregados.

Note que a legislação referente a riscos ambientais considera a utilização de EPI (Equipamentos de Proteção Individual) o último recurso ou um recurso complementar, independente das medidas anteriormente abordadas de eliminação e/ou prevenção dos riscos. Este é um aspecto importantíssimo a se considerar na correta seleção do equipamento para captação e tratamento dos fumos e gases de soldagem, conforme será visto a seguir.

Este artigo busca esclarecer as principais características dos diferentes tipos de equipamentos utilizados para captação de poluentes na fonte de emissão e propõe alguns critérios para sua seleção.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

9.2 Braços Extratores

Os braços extratores de fumos, gases e particulados em suspensão, são equipamentos já bastante utilizados na indústria da Europa e dos Estado Unidos. Países como a Inglaterra que possui uma legislação muito detalhada a respeito de poluentes no local de trabalho, chegam a fixar características dos braços extratores, como vazão mínima por exemplo. Os braços extratores (Fig.1) devem ser flexíveis, leves e precisos, ou seja, o soldador deve posicioná-lo com um simples movimento, de forma que o equipamento se mantenha na posição desejada, ao mesmo tempo sem atrapalhar a operação de soldagem e captando
eficientemente os fumos e gases gerados.

Fig.1 - Exemplo de braço
extrator individual acoplado
diretamente a um exaustor

Podem ser utilizados como unidades individuais, acoplados diretamente a um exaustor, em sistemas centralizados com um exaustor central e vários braços ou ainda em unidades de filtragem móveis (Fig.2). Um acessório fundamental é a lâmpada de trabalho que melhora o visualização do soldador e facilita o posicionamento do braço o mais perto possível do ponto de emissão.

É importante aqui ressaltar que a distância do bocal captor até o ponto de solda depende da geometria da peça soldada, do comprimento do cordão de solda e do lay-out do local de trabalho. Alguns braços extratores estão projetados para trabalhar a distâncias de até 0,5m do ponto de solda. Por outro lado a vazão no captor tem de ser adequada para que, mesmo a uma pequena distância do ponto de solda não interfira com a atmosfera protetora da poça de fusão. Com uma vazão entre 800 e 1100m 3 /h não existe nenhum problema de interferência com a atmosfera protetora, mesmo em processos como TIG e MIG/MAG.

Fig.2 - **Unidade móvel**
de extração e filtragem
de fumos e gases.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

9.3 Exaustores Portáteis

Os exaustores portáteis são equipamentos para utilização em situações onde os braços extratores não tem acesso ao ponto de solda (Fig.3). Neste caso o exaustor é conectado diretamente a mangueiras flexíveis na entrada e na saída de ar, captando o ar contaminado do ponto de solda e descarregando-o no ambiente externo. Um bocal magnético acoplado á extremidade da mangueira de sucção, garante o posicionamento no local mais favorável à captação dos fumos e gases gerados. Devido à necessidade de utilização de mangueiras, as vezes de grande comprimento, e ao próprio bocal magnético, este equipamento apresenta algumas limitações para utilização em ambientes de produção. No entanto pode ser uma boa alternativa para locais confinados, em oficinas de pequeno porte ou em trabalhos eventuais de soldagens.

Fig.3 - **Exaustor** de Fumos e gases **Portátil**

9.4 Filtros Móveis

Quando a instalação dos braços extratores não pode ser feita próxima ao local de soldagem, a um sistema centralizado ou quando o soldador se movimenta por toda a fábrica, então é necessário que a captação seja feita por um equipamento móvel (Fig. 2), que devolva o ar filtrado ao próprio ambiente de trabalho. Isto significa que o equipamento de filtragem móvel deve ser, acima de tudo, compacto, leve e ter um alto grau de filtração (acima de 98%).

Outro aspecto fundamental deste tipo de equipamento é o nível de ruído. Recomenda-se que seja, no máximo 78 dB(A). Estas características devem sempre ser checadas através de testes ou demonstrações no local de utilização uma vez que podem inviabilizar o uso do equipamento a médio prazo. O tipo de filtração também é um aspecto muito importante uma vez que o custo, a manutenção e a eficiência do equipamento estão intimamente ligados ao tipo de filtração escolhida.

Antes porém de analisarmos os diferentes tipos de filtração, cabe considerar a opção de descarga direta. Os fumos e gases gerados na soldagem raramente apresentam elevados níveis de concentração fora das proximidades da solda e da zona de respiração do soldador. Isto significa que a quantidade absoluta de poluentes emitidos é normalmente muito baixa, comparados a outros processos industriais. Assim, dependendo do local e da legislação em vigor, o lançamento dos fumos e gases diretamente no ambiente externo pode ser uma solução viável. Isto ocorre em muitos países industrializados.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

9.5 Tipos de filtração

Os equipamentos de extração e filtragem móveis mais comuns apresentam dois tipos de filtração; a filtração mecânica e a filtração eletrostática. Os filtros mecânicos (Fig.4) podem ser de papel, tecido ou outros materiais filtrantes como polyester, por exemplo, normalmente do tipo cartucho, manta ou mangas. O importante neste caso é a eficiência de filtragem, a durabilidade, o sistema troca do filtro e a coleta dos fumos quando for o caso. Muitas vezes um equipamento de custo inicial menor pode necessitar uma troca de filtros muito freqüente tornando o custo a médio prazo, muito mais elevado.

Fig.4 - **Filtro** mecânico de papel filtrante, tipo **cartucho**

Uma opção interessante são os equipamentos com filtros auto-limpantes. Neste tipo de equipamento um sistema mecânico de vibração assegura a limpeza automática do filtro a intervalos regulares, mantendo-o limpo e fazendo a coleta dos fumos em um recipiente adequado (Fig 5). As principais vantagens deste sistema são a durabilidade do filtro, a praticidade de operação e de coleta dos fumos e a eficiência a longo prazo. Uma desvantagem é que, normalmente o investimento inicial é mais elevado.

A filtragem eletrostática é outro sistema bastante utilizado para aplicação em soldagem. Trata-se de um sistema elétrico onde as partículas coletadas são carregadas eletricamente e captadas em um campo magnético, no interior das células eletrostáticas do equipamento.

Os filtros eletrostáticos normalmente apresentam um elevado grau de filtração para os fumos metálicos porém não eliminam os gases tóxicos gerados no processo. Na grande maioria dos casos, a simples retirada destes gases da zona de respiração do soldador já atende às exigências de higiene do processo. Em casos especiais onde a geração de gases tóxicos pode atingir níveis mais elevados, o uso dos filtros eletrostáticos deve ser melhor avaliado.

Uma das grandes vantagens dos filtros eletrostáticos é o seu baixo peso e grande manobrabilidade. Como desvantagens podemos citar o preço relativamente elevado e a necessidade de limpeza freqüente e manutenção das células eletrostáticas.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Fig.5 - Vista interna de um extrator de fumos com **filtragem mecânica e sistema autolimpante.**

9.6 Sistemas Centralizados

Empresas que fazem uso intensivo de processos de soldagem como a indústria automobilística, de equipamentos pesados e metalúrgicas de grande porte, podem necessitar de sistemas centralizados que atendam às necessidades de captação de muitos pontos de solda. Os sistemas de grande porte podem ser concebidos, basicamente, dentro de dois conceitos: uma única tubulação central atendendo toda a fábrica ou sistemas menores projetados para cada célula de produção.

Em ambos os casos a performance do sistema dependerá principalmente do correto dimensionamento da tubulação ,do exaustor, e dos dispositivos de extração utilizados. A indústria brasileira, na maior parte dos casos, ainda trabalha com extratores improvisados, fabricados em chapa (mesas e coifas), com mangueiras flexíveis de uso geral e suportes de pouca ou nenhuma mobilidade. Isso leva à interrupção no uso do sistema por problemas de mudança de lay-out ou impossibilidade de posicionamento nas proximidades da fonte de emissão.

Estes sistemas trabalham, em geral, com uma vazão superestimada que encarece o investimento e aumenta consideravelmente os custos de operação. O uso de braços extratores específicos para captação dos fumos e gases da soldagem, além de tornar o sistema muito mais eficaz o torna mais barato, tanto em termos de investimento inicial como em termos de operação. Um recurso bastante interessante é o uso de dampers automáticos em sistemas com vários braços extratores (Fig.6).

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Fig.6 - Ilustração esquemática de uma **instalação centralizada** para captação de fumos e gases de soldagem.

Os dampers automáticos são conectados através de sensores às máquinas de solda e só abrem a sucção enquanto o arco elétrico está ignitado, ou seja durante o período da emissão dos poluentes. Quando o arco de soldagem é interrompido o damper se fecha automaticamente evitando desperdício de energia. Este recurso representa uma grande economia devido à redução na vazão total requerida pelos sistemas centralizados que podem então ser dimensionados com tubulações, exaustores e filtros muito menores. Isto depende porém de um levantamento estatístico confiável da simultaneidade das operações de solda. Cabe lembrar aqui que em geral o ciclo de trabalho das operações de soldagem, ou seja, o tempo de " arco aberto" , é muito menor do que 50%.

Quanto à filtração, nos casos onde ela se faz necessária, os filtros mais utilizados são os do tipo convencional, de mangas. Existem também no mercado filtros cartucho, auto limpantes, com vazão de até 20.000 m 3 /h.

9.7 Sucção Na Tocha

A sucção na tocha é um método eficiente para captação na fonte de poluentes gerados na soldagem, embora apresente uma série de limitações e características que devem ser analisadas com cuidado antes de uma opção definitiva.

A primeira característica deste sistema é que ele é específico e só pode ser usado no processo de soldagem MIG/MAG. Isto se deve ao fato de que a tocha utilizada em conjunto com o dispositivo de sucção é uma tocha MIG/MAG. Outra característica deste tipo de captação é sua baixa eficiência comparada à captação através de braços extratores, ou seja, de uma forma geral a quantidade de fumos e gases succionados é menor, dependendo das condições do local de soldagem e em especial da posição. Na posição sobre a cabeça, por exemplo, a captação é muito reduzida em comparação à posição plana.

Uma consideração importantíssima a se fazer quando se estuda a sucção na tocha, é o tipo de sistema a ser empregado. Em geral no Brasil tem se considerado que os equipamentos individuais, móveis, de sucção na tocha (Fig.7) são adequados para este tipo de aplicação.

A verdade porem é que este tipo de equipamento apresenta algumas limitações para uso contínuo, em ritmo de produção.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Fig.7 - Equipamento individual, móvel para **sucção na tocha.**

A primeira limitação é o tamanho do filtro. O equipamento possui um filtro tipo cartucho, de papel filtrante em forma de colméia. Apesar de uma área de filtragem bastante grande para as dimensões do filtro, ainda assim a saturação pode ser rápida se a utilização for constante. Isso exigirá uma troca de filtros bastante freqüente o que ocasionará perda de tempo e custos adicionais.

A segunda limitação diz respeito ao motor da unidade de sucção que é um motor de corrente contínua que exige manutenção preventiva e troca de componentes (escovas) a cada quatrocentas horas de uso aproximadamente. Se o equipamento não possuir um dispositivo automático de acionamento via máquina de solda que somente acione o motor quando o arco elétrico é ignitado e também desligue o motor alguns segundos após a extinção do arco, o funcionamento contínuo causará desgaste excessivo e a manutenção se tornará ainda mais freqüente.

Este equipamento é recomendado principalmente nos casos de soldagem MIG/MAG leve, eventual ou como acervo do departamento de segurança e higiene para uso em situações especiais onde não seja possível a utilização de outro tipo de equipamento.

9.8 Adução De Ar Filtrado

As máscaras de soldagem com adução de ar filtrado são um EPI utilizado para fornecer uma cortina de ar filtrado na zona de respiração do soldador (Fig.8). Em conjunto com uma máscara de escurecimento automático, representam um grande conforto para o soldador e melhoram consideravelmente suas condições de trabalho. Algumas considerações porém devem ser feitas com relação a este tipo de equipamento.

A primeira é que os adutores de ar filtrado não atendem às exigências da norma NR -9 no que concerne aos três aspectos de **eliminação**, **prevenção** e **redução** da formação ou disseminação de poluentes no local de trabalho. Portanto a adoção deste tipo de equipamento não elimina a necessidade de utilização dos equipamentos de captação na fonte.

A segunda consideração é que trata-se de um equipamento portátil, colocado na cintura do soldador, conectado a uma mangueira e uma carneira presa ao capacete, o que implica na adaptação do soldador à sua utilização, o que, no Brasil, nem sempre é algo simples. Alem disso trata-se de um equipamento movido à bateria que exige recarga constante.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Dependendo da regulagem do fluxo de ar a vida útil da bateria pode variar de 4 a 9 horas de uso e isto implica numa rígida disciplina de uso dos equipamentos, garantindo a recarga diária das baterias, sob pena de que caiam em desuso, o que não é incomum.

Este é mais um caso, como o da sucção na tocha, em que a utilização deve se restringir a situações muito específicas. A adução de ar filtrado se recomenda onde se necessite de proteção adicional além da captação de poluentes na fonte de emissão e onde se possa manter o uso do equipamento absolutamente sob controle.

Fig. 8 - Unidade de
adução de ar filtrado.

9.9 RESUMO

Os processos de soldagem em geral, produzem fumos e gases tóxicos que representam ameaça à saúde do soldador e, em alguns casos, podem também poluir excessivamente ambiente de trabalho como um todo. Medidas de proteção devem portanto se tomadas. De acordo com a legislação brasileira (Norma NR -9) as medidas devem incluir ações para eliminação, prevenção e redução da emissão e disseminação destes poluentes. Na prática, ao lado de outra medidas diretamente relacionadas aos processos de soldagem utilizados, a captação na fonte é o meio mais prático e efetivo de eliminação dos riscos ambientais relacionados à soldagem.

A captação na fonte pode ser feita através de diferentes tipos de equipamentos como braços extratores individuais, sistemas centralizados, equipamentos móveis e outros. A filtragem dos fumos é necessária quando há recirculação do ar poluído captado, porém pode ser dispensável quando há descarga externa, dependendo da legislação local.

A escolha do tipo de filtro deve ser feita com base no tipo de filtração necessária na vazão requerida e nos custos de reposição dos elementos filtrantes. No caso de sistemas centralizados o uso dos braços extratores e acessórios específicos, representam grandes ganhos em termos de qualidade, eficiência e custo dos sistemas.

Outras soluções como aspiração na tocha e uso de adutores de ar filtrado devem ser consideradas como medidas complementares à captação na fonte de emissão, pois apresentam uma série de limitações em termos de performance, utilização e durabilidade.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

9.10 Autor

Eng. José Maurício Sampaio, Gerente Geral da Nederman do Brasil
Rua Domingos Jorge, 261 - São Paulo - SP - 04761-000
Fone/fax: (11) 246.1538 – 522.6026
E-mail: nederman@esab.com.br - Internet: www.nederman.se

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

10.0 Processo de Brasagem na Indústria de Metais Sanitários
10.1 Introdução
10.1.1 Tendência de mercado
10.2 Características do Processo
10.2.1 Processos de Brasagem
10.2.1.1 Brasagem por maçarico
10.2.1.2 Brasagem por indução
10.2.1.3 Solda branda
10.3 Consumíveis
10.3.1 Fluxos para solda branda
10.3.2 Metal de Adição
10.4 Definição do Processo para Metais Sanitários
10.4.1 Tipos de juntas
10.4.2 Possibilidades de Automação
10.4.3 Especificações
10.4.3.1 Definições
10.4.3.2 Matéria Prima
10.4.4 Ensaios
10.4.4.1 Definições
10.4.4.2 Ensaios e Testes aplicáveis
10.4.4.3 Requisitos
10.4.4.4 Requisitos específicos
10.4.4.50 Inspeção
10.5 Conclusão
10.6 Bibliografia
10.7 Autor

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

10.0 Processo de Brasagem na Indústria de Metais Sanitários[0]

10.1 Introdução

Os processos de brasagem são essenciais na produção de vários itens e componentes comumente produzidos na indústria e vão desde peças para computadores até peças para aviões a jato.

O presente trabalho visa demonstrar os processos de brasagem aplicados na indústria de Metais Sanitários, serão descritos os fundamentos dos processos com destaque para brasagem por Indução e Oxigás; equipamentos, consumíveis metal de base e os ensaios aplicáveis.

Disponibilizamos também uma série de anexos sobre os processos de brasagem, especificação do metal base, classificação do metal de adição e ensaios aplicáveis que complementam as informações aqui contidas.

10.1.1 Tendência de mercado

A indústria de Metais Sanitários tem como objetivo desenvolver produtos hidráulicos para a construção civil brasileira que movimentou US$312,0 milhões em 2001 e prevê crescer 2% em 2002. [1]

Tabela 1: Comparativo entre a evolução percentual do PIB Brasil e o custo da construção civil nacional[2]

TRIMESTRE		PIB BRASIL %	CONSTRUÇÃO CIVIL %
2000	1º	5,3	3,0
	2º	4,8	2,8
	3º	4,6	2,9
	4º	4,4	3,0
2001	1º	4,3	4,3
	2º	3,2	2,1
	3º	2,3	-0,7
	4º	1,5	-2,6

São fabricados componentes diversos em bronze e latão, brutos e acabados respectivamente, os produtos que sofrem acabamento podem ser torneiras,

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

misturadores, chuveiros e acessórios e muitos destes itens são soldados em sua montagem pelo processo de brasagem (NBR 11.815 – ABNT EB 2114, 4.2.2).

10.2 Características do Processo

– **Capilaridade**

A capilaridade ou ação capilar é a capacidade que um metal em estado liquido apresenta de preencher espaços existentes entre os grãos das peças a soldar. O que vai unir as peças é o metal de adição, que fundido, penetra pelos espaços existentes entre o perfil das peças.

– **Molhagem**

A brasagem de qualidade vale-se da propriedade de molhagem do metal de adição sobre o material a ser brasado. A molhagem é a ação de espalhar o metal liquido sobre uma superfície sólida. Para que ocorra a molhagem entre uma superfície sólida e um liquido, é importante que exista alguma afinidade entre dois materiais e que as faces a serem unidas estejam perfeitamente limpas de graxa e óxidos. A limpeza pode ser feita por decapagem química ou mecânica.

– **Metal de Base**

Em adição aos requisitos mecânicos do metal de base na junta brasada, o efeito do ciclo de brasagem sobre o metal de base e sobre a resistência final deve ser considerado. A resistência do metal de base tem um profundo efeito na resistência da junta brasada; deste modo, deve ser claramente considerada quando for feito o projeto, especialmente no caso de projetos específicos.

Em virtude da queima do zinco no metal de base, quando o metal de adição é levado a fusão, o melhor processo para soldar o latão é a brasagem e a especificação do metal de base está no item 2 dos anexos.

10.2.1 Processos de Brasagem

Os processos de brasagem são classificados de acordo com as fontes de calor ou métodos de aquecimento e admite alguns processos que não são relacionados às fontes de calor necessárias à soldagem. Os processos que abordaremos são: Solda branda, brasagem por maçarico e por indução, os processos de brasagem por forno, resistência, imersão e infravermelho poderão ser consultados no item 1 dos anexos.

10.2.1.1 Brasagem por maçarico

A brasagem por maçarico utiliza o calor de um ou mais maçaricos que são os mesmos empregados na soldagem, porém, projetos especiais e pequenas modificações

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

na montagem dos bicos, para facilitar a distribuição de calor através da peça, também podem ser feitas.

Operações mecanizadas podem ser feitas onde há alta produção, sendo possível utilizar um ou mais maçaricos com um ou múltiplos bicos. Nas operações mecanizadas, é possível movimentar a peça ou o maçarico ou, ainda, ambos. O maçarico manual é particularmente útil para peças de secções e massas desiguais.

Dependendo da temperatura de trabalho o gás utilizado como combustível pode ser acetileno, propano, ou outros gases, enquanto que o gás comburente pode ser oxigênio ou ar comprimido; o ar comprimido tem a vantagem de ser mais barato mas fornece chama de menor temperatura que o oxigênio.

A temperatura para a brasagem é limitada ao metal de adição que pode ser colocado antes ou durante o aquecimento da junta. O calor é aplicado na junta, fundindo primeiro o fluxo de depois o metal de adição.

A chama para brasagem do latão deve ser oxidante, relação 2.0 a 2.4, para evitar a volatilização do zinco e ter o penacho mais pronunciado pois o dardo é mais utilizado na solda acetilênica por fusão do metal de base.

10.2.1.2 Brasagem por indução

O calor para a brasagem por indução é obtido por uma corrente elétrica alternada induzida nas peças a serem brasadas. As peças são colocadas dentro de uma espira refrigerada a água que passa uma corrente alternada ou próximo a ela. As peças não fazem parte do circuito elétrico. O equipamento é composto por uma fonte de energia elétrica e uma bobina, refrigerada a água.

10.2.1.3 Solda branda

Solda branda, também conhecida por solda fraca, mole ou "soldering", é considerada um tipo de brasagem que utiliza metal de adição com ponto de fusão abaixo de 450º C. A solda branda é utilizada principalmente nas indústrias elétrica e eletrônica, na soldagem de circuitos impressos, de componentes e em ligações de terminais elétricos e também na montagem de componentes hidráulicos.

O metal de adição, utilizado na solda branda, é constituído basicamente pela liga estanho-chumbo, à qual podem ser adicionados vários elementos químicos, de modo a formar ligas diferentes, adequadas a cada aplicação. Ferro e níquel geralmente não estão presentes nas ligas para solda branda; seu limite máximo está especificado em 0.02%, pois há uma considerável redução da propriedade de molhamento quando tal limite é ultrapassado.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

10.3 Consumíveis

O fluxo deve proteger a poça de fusão da atmosfera e de reações com a chama, não dificultar a visão do soldador nem dificultar seu trabalho. Durante o pré-aquecimento e período de soldagem, o fluxo deve ser usado para limpeza e proteção dos materiais de base e, em alguns casos, do material de adição.

10.3.1 Fluxos para solda branda

Os fluxos para solda branda podem estar em estado sólido; liquido ou gasoso. Um método funcional de classificação dos fluxos é baseado na propriedade de remover metal oxidado; assim; os fluxos se classificam em três grupos: fluxos inorgânicos ou mais ativos, fluxos orgânicos ou de moderada atividade e fluxos resinosos.

a) Inorgânicos

Os fluxos inorgânicos incluem os ácidos inorgânicos e os sais; são utilizados com excelentes vantagens onde as condições exigem uma rápida e alta ação do fluxo e podem ser aplicados como soluções, pasta ou sais secos.

Os constituintes típicos dos fluxos inorgânicos são: cloreto de zinco, cloreto de amônia, cloreto de estanho, ácido clorídrico, ácido fosfórico e outros cloretos.

Os fluxos ativos são particularmente úteis em aplicações onde a quantidade certa de fluxo pode ser usada e onde uma quantidade de calor possa ser utilizada para decompor totalmente os elementos corrosivos.

b) Orgânicos

Os fluxos orgânicos são menos ativos do que os inorgânicos; são eficientes na temperatura de 90º C a 320º C e se compõem de ácidos orgânicos e bases. São ativos na temperatura de brasagem mas este período de atividade é muito curto por causa de sua decomposição térmica e da tendência de volatilizar, carbonizar ou queimar quando aquecido a certa temperatura. Se utilizados corretamente, os resíduos são relativamente inertes e podem ser removidos com água.

Os constituintes típicos dos fluxos orgânicos são acido abiético, etiletilena diamina, ácido oléico e ácido octodecanóico.

c) Resinosos

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Os fluxos resinosos apresentam propriedades físicas e químicas que os tornam adequados para uso na indústria elétrica. São ativos na temperatura entre 117º Ce 316º C; seu resíduo é duro, não higroscópico, possui alta resistência elétrica é não é corrosivo.

Os fluxos podem ser aplicados de quatro maneiras: o metal de adição aquecido pode ser mergulhado no fluxo e transferido à junta durante a soldabrasagem; o fluxo pode ser colocado na junta antes de se executar a soldabrasada; o metal de adição pode ser revestido com fluxo; o fluxo pode ser introduzido através da chama oxigás.

Os metais de adição comercialmente utilizados contêm aproximadamente 60% de cobre e 40% de zinco. Ligas com pequena quantidade de estanho, ferro, manganês e silício melhoram as características de fluidez, diminuem a volatilização do zinco, eliminam o oxigênio e aumentam a resistência e a dureza. Metal de adição com 10% de níquel tem uma coloração branca e maior resistência na solda, como é o caso da alpaca.

Tabela 2: Fluxos e suas diversas aplicações

Denominação Brastak	Norma DIN 8511	Formato	Faixa de Atuação (º C)	Metal de Adição	Aplicações Básicas
BT-FLUX 02	F-SW 12	Gelatinoso	150 a 400	Ligas de Estanho	Aços e metais não ferrosos. Corrosivo
BT-FLUX 04	F-SH ½	Pasta, Pó	600 a 1050	Ligas de Prata, Bronzes - Latões	Cobre e suas ligas, aços, ligas a base de Ni
BT-FLUX 05	F-SH 2	Pasta, Pó	800 a 1100	Bronzes – Latões	Peças grande massa em latão e bronzes
BT-FLUX 09	F-SH 1	Pasta	550 a 900	Ligas de Prata	Não ferrosos, juntas de refrigeração
BT-FLUX 18	F-SW 12	Líquido	150 a 400	Ligas de Estanho	Aços e metais não ferrosos. Corrosivo

10.3.2 Metal de Adição

São ligas ou metais puros que atuam nas superfícies a serem unidas pelo efeito de molhagem e capilaridade, unindo estas partes pela difusão molecular, formando camadas intermetálicas entre os metais de base e de adição. Norma DIN EM 29453.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Liga Brastak	Composição % (em peso)				Intervalo de fusão ° C	Temp. de trabalho ° C	Peso esp. G/cm²	Dureza HB	Condutiv. m/w mm²
	Ag	Cu	Sn	Sb					
BT-602	2	-	98	-	210-230	220	7,30	15	7,50
BT-603	3	-	97	-	220-240	230	7,30	15	7,50
BT-605	5	-	95	-	220-240	230	7,30	15	7,30
BT-679	-	3,5	89	7,5	230-240	235	7,30	17	6,20
BT-691	-	3	97	-	230-250	240	7,30	15	7,50
BT-692	2	2,5	95	-	240-260	250	7,30	16	7,30

Metais de adição para solda branda, têm como constituinte básico o estanho, que forma ligas com o cobre e a prata.

Apresenta-se em diversos formatos e dimensões, como: varetas, lâminas, etc, devido ao fato de o chumbo e o cádmio serem tóxicos não podem ser utilizados em componentes da indústria alimentícia ou de água potável e na tabela 2 foi substituído por bismuto.

Tabela 3: Ligas de estanho (DIN EN 29.453)

As propriedades dos metais de adição devem ser as mais próximas possíveis das propriedades dos materiais (Metal Base) que serão soldados, atender às exigências de temperatura do projeto e ser livre de porosidade, rechupes, inclusões e qualquer outro material estranho.

Tabela 4: Ligas de prata para soldagem de acessórios

Liga Brastak	Composição % (em peso)					Intervalo de fusão ° C	Temp. de trabalho ° C	Peso esp. G/cm²	Normas
	Ag	Cu	Zn	Sn	Out				
BT-212	12	48	40	-	-	800-830	830	8,50	DIN 8513 L-Ag 12
BT-226	25	40	33	2	-	680-760	750	8,70	DIN 8513 L-Ag 25 Sn
BT-230	30	38	32	-	-	680-765	750	8,90	DIN 8513 L-Ag 30
BT-231	30	36	32	2	-	650-750	740	8,80	DIN 8513 L-Ag 30Sn
BT-234	34	36	27	3	-	630-730	710	9,00	DIN 8513 L-Ag 34Sn
BT-241	40	30	28	2	-	640-700	690	9,10	DIN 8513 L-Ag 40Sn
BT-244	44	30	26	-	-	675-735	730	9,10	DIN 8513 L-Ag 44

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

BT-245	45	27	25	3	-	640-680	670	9,20	DIN 8513 L-Ag 45Sn
BT-250	50	34	16	-	-	690-775	775	9,30	AWS A5.8 B Ag-6
BT-256	56	22	18	3,5	-	620-660	650	9,40	DIN 8513 L-Ag 55Sn

Requisitos de composição química para consumíveis à base de prata em percentagens conforme norma poderá ser visto na tabela 11 dos anexos.

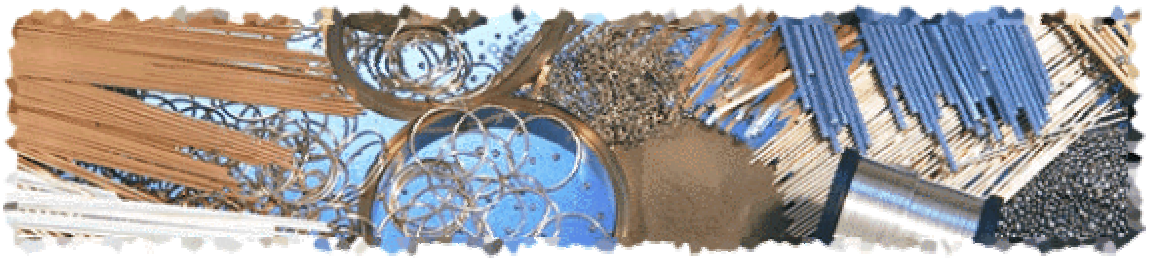


Figura 1: Metal de adição para brasagem

10.4 Definição do Processo para Metais Sanitários

O processo de brasagem se inicia pela limpeza prévia das partes a serem soldadas para remover graxa, óleo, cavacos e outras impurezas que dificultaria o perfeito fechamento da junta brasada, permitindo então que a peça seja posteriormente submetida às operações de acabamento.

Segue então a aplicação de um fluxo capaz de dissolver óxidos metálicos sólidos que ainda estejam presentes, de modo a prevenir nova oxidação; em seguida, aquece-se a área a ser soldada até que o fluxo responsável pela proteção do metal de base atinja a temperatura de fusão e que o metal de adição também esteja na adequada temperatura de fusão.

A energia necessária para o aquecimento, o volume a ser produzido e a massa do conjunto definirão o processo, Maçarico ou Indução, ainda no projeto de produto, junto com os dispositivos e ferramentas que fabricarão cada componente.

Como a fluidez do material de adição é muito maior do que a do fluxo, o material de adição desloca o fluxo e o substitui na junta; após o resfriamento, o material de adição preenche a junta e o fluxo se distribui pela periferia da junta, protegendo-a ainda durante o resfriamento. Esse fluxo remanescente deve ser removido com água quente ou fria e escova, pois é quimicamente agressivo, podendo causar corrosão na área braseada.
Cuidados devem ser tomados para evitar um superaquecimento localizado; por essa razão, deve-se movimentar constantemente o maçarico sobre a peça.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

10.4.1 Tipos de juntas

a) Juntas de topo

As juntas de topo com bordos retos não apresentam resistência comparável com o metal de base, mesmo que o metal de adição tenha características iguais ou superiores, pois a contração no resfriamento, provoca o aparecimento de tensões concentradas, especialmente durante a flexão

b) Juntas por embutimento

Trata-se de juntas impossíveis de serem obtidas por soldagem ou soldabrasagem, devido à inacessibilidade da fonte de calor e do metal de adição no interior da junta, somente sendo possível por brasagem, principalmente quando há condições de colocação do metal de adição no interior da junta, quando da montagem da mesma.

Para o cálculo do embutimento *L*, este é determinado, por um modo experimental, como sendo três vezes a espessura da parede mais fina. Pode também ser feita uma determinação teórica, bem mais precisa, que podem ser correlacionadas pela seguinte fórmula:

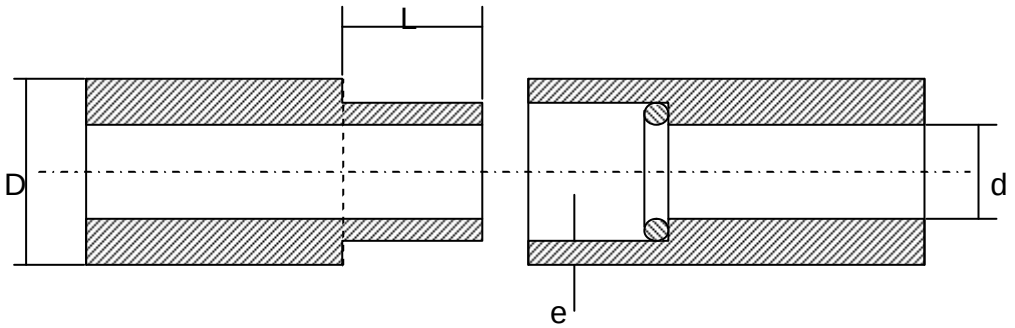


Figura 2: Junta de embutimento para componentes hidráulicos

$$L = 3.e$$

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

$$k.L = (\sigma.e)/\tau$$

onde:
k: Experimental = 0,8
L: Comprimento do embutimento
σ: Coeficiente de ruptura do metal de base
e: Menor espessura do embutimento
τ: Coeficiente de cisalhamento do metal de adição
Exemplo: Uma junta de espessura do embutimento e=3mm, coeficiente de ruptura do metal de base σ=2 e coeficiente de cisalhamento do metal de adição τ=4 teremos então o comprimento do embutimento L=1,7mm

$$0,8L=(2x3)/4 \Rightarrow 1,7mm$$

c) Espessura de junta ou fresta

Área que será preenchida pelo metal de adição tem influência primordial na qualidade e resultado do trabalho, a relação a frio e a quente entre metais iguais pode fazer varias a resistência ao cisalhamento da junta brasada, a espessura de junta pode ser determinada pela seguinte expressão:

$$Jq = Jf.[1+\alpha.(Tq-Tf)]$$

Onde:
Jq: Fresta a quente
Jf: Fresta a frio
α: Coeficiente de dilatação linear do metal de base
Tq: Temperatura de trabalho do metal de base
Tf: Temperatura ambiente

Exemplo: Sendo a junta a frio = 0,5mm; temperatura de trabalho = 230° C; temperatura ambiente = 25° C e o coeficiente de dilatação do MB = 18.10^{6} teremos uma fresta a quente de 0,502mm.

$$Jq=0,5(1+18.10^{-6} (230-25)) = 0,502mm$$

– **Misturador de cozinha**

Peças principais do conjunto com espessuras de parede aproximadamente constante e distância entre centros dos laterais de 200(10mm (NBR 11.815 ABNT EB-2114, 4.7.4):

Componentes: Um central

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Um lateral Direito

Um lateral Esquerdo

INCLUDEPICTURE "http://www.deca.com.br/catalogo/cozinha/imgg/H1528736.JPG" * MERGEFORMATINET INCLUDEPICTURE "http://www.deca.com.br/catalogo/cozinha/imgg/H1528735.JPG" * MERGEFORMATINET

Figura 3: Peças que são soldadas por brasagem

10.4.2 Possibilidades de Automação

a) Misturador de cozinha **b) Torneira bica móvel**

A pesar de ser um processo de muitas variáveis, já se fabricam dispositivos que realizam as operações repetitivas e que submetem o soldador a esforços contínuos e constantes, possibilitando o domínio destas variáveis e a correção das falhas.

INCLUDEPICTURE "http://www.fusion-inc.com/200machine.jpg" * MERGEFORMATINET INCLUDEPICTURE "http://www.brazingequip.com/fluxer1.jpg" * MERGEFORMATINET

Figura 4: Máquina com mesa rotativa **Figura 5: Aplicador de fluxo**

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

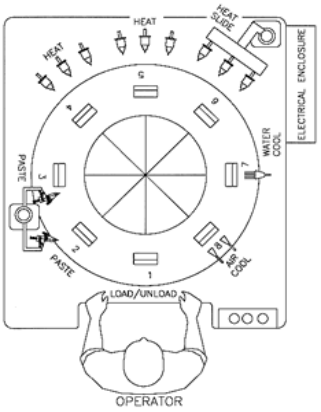


Figura 6: Posição do operador em relação à mesa

10.4.3 Especificações

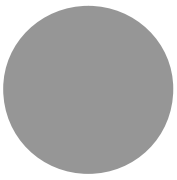
A matéria prima utilizada na fabricação de componentes na indústria de metais sanitários, é adquirida na forma de vergalhões e/ou tubos.

10.4.3.1 Definições

Vergalhão - Produto dúctil de seção transversal sólida e uniforme em todo o seu comprimento, fornecido em unidades retas. A seção transversal pode ser circular, quadrada, retangular, hexagonal ou octogonal. vergalhões hexagonais ou octogonais regulares são de secção sólida e com lados e ângulos iguais.

Vergalhão Furado - Produto dúctil de seção transversal furada e uniforme em todo o seu comprimento, fornecido em unidades retas. A seção transversal deve ser circular

Tubo - Produto dúctil de seção transversal furada e uniforme em todo o seu comprimento, fornecido em unidades retas. A seção transversal deve ser circular



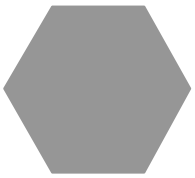
a) Secção Circular

b) Tubo

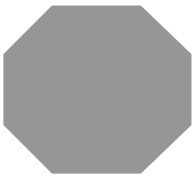
Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

c) Secção Quadrada

d) Secção Retangular



e) Secção Hexagonal



f) Secção Octogonal

Figuras 6: Formato da matéria prima na secção transversal

10.4.3.2 Matéria Prima

A matéria prima a ser utilizada na fabricação de componentes na Indústria de Metais Sanitários devem ser isentos de produtos tóxicos ou nocivos à saúde, quando em contato com a água. Não devem facilitar o crescimento de bactérias ou qualquer atividade biológica capaz de colocar em risco a saúde dos usuários ou de afetar o próprio produto.

Os materiais usados não devem alterar-se nas condições de uso e devem ser resistentes à corrosão provocada por quaisquer produtos usualmente utilizados em limpeza doméstica ou protegidos contra ela.

Principais ligas utilizadas como matéria prima na indústria de Metais Sanitários para a fabricação dos componentes, são as ligas de cobre (latão , bronze) .

– **Latão**

O latão tem como composição química de base - o cobre e o zinco (Cu + Zn).

É utilizado na confecção de peças que serão soldadas e terão tratamento superficial: afinação, polimento, cromeação ou pintura.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Algumas ligas de latão disponíveis no mercado são: Latão C-464 – Naval; Latão Almirantado ; Fosforoso; Latão Almirante Arsenical ; Tomback 87-11 Sn2; Tomback 95-5; Tomback 90-10

– **Bronze**

O bronze é uma liga de cobre + estanho ou cobre + Al; cobre + Mn; cobre + Be. Utilizado na confecção de componentes que não sofrem soldagem, sem acabamento, que ficarão embutidos na parede de alvenaria, por exemplo: corpo registro pressão, de gaveta, válvulas de descarga

10.4.4 Ensaios

10.4.4.1 Definições

Misturador para lavatório, dotado de dois manípulos: aparelho hidráulico dotado de dois manípulos, instalado na bancada ou no próprio lavatório cerâmico e conectado a dois pontos de alimentação, que permite abertura, fechamento e mistura de água quente e fria através de dois manípulos.

10.4.4.2 Ensaios e Testes aplicáveis

Neste item vamos tratar dos ensaios e testes aplicáveis especificamente aos misturadores de lavatórios.

A norma que rege estes testes é a NBR 14390, de nov. de 1999.

O objetivo desta norma é estabelecer os requisitos relativos ao projeto, fabricação e desempenho, bem como os métodos de ensaios dos misturadores de lavatórios destinados a instalações hidráulicas prediais de água quente e fria, com a função de permitir abertura e mistura da água para uso geral. Estes misturadores são instalados em bancadas que contêm cubas e louças sanitárias ou diretamente em lavatórios.

As exigências e recomendações estabelecidas nesta na Norma devem ser observadas pelos projetistas, assim como pelos construtores, instaladores, fabricantes e pelos próprios usuários.

Esta norma se aplica aos misturadores do tipo duplo comando. Ela não se aplica aos misturadores do tipo monocomando e monobloco.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

10.4.4.3 Requisitos

Esta norma se aplica a instalações prediais que possibilitam o uso de água potável e ela tem como requisitos gerais:

a) A potabilidade da água não pode ser colocada em risco pelos materiais com os quais estará em contato;

b) Os componentes devem ter desempenho adequado face às solicitações a que são submetidos quando em uso em instalações com água potável.

Mais informações no item 3 dos anexos.

10.4.4.4 Requisitos específicos

– **As dimensões**

Os misturadores devem ter dimensões que permitam instalações em tampos com espessura de no máximo de 30 mm, com os três furos alinhados. A vazão (podendo ser misturadores com ou sem arejador ou direcionador de jato).

O propósito do ensaio é demonstrar que o misturador tem capacidade para permitir o escoamento da água em vazão adequada. O ensaio deve sr repetido três vezes e os resultados devem ser expressos em litros por segundos, após média aritmética obtida da vazão, com pelo menos dois algarismos significativos.

– **Direção e dispersão do jato**

Seu propósito é verificar se a totalidade da água que jorra da bica passa internamente a uma circunferência de 300 mm de diâmetro.

– **Estanqueidade**

– **Ensaio para o registro lateral**

O propósito do ensaio é verificar, com margem de segurança, a estanqueidade do registro lateral nas suas partes e juntas. Neste ensaio, o registro é submetido ao ensaio pneumostático (estanqueidade a ar) e ao ensaio hidrostático (estanqueidade verificada com água). Em nenhuma das duas situações, o registro pode apresentar vazamento.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

– **Ensaio para o conjunto montado**

O propósito deste ensaio é verificar , com margem de segurança, a estanqueidade do misturador completo nas suas partes e juntas. É aplicada uma pressão hidrostática através de um pressurizador e o misturador não deve apresentar ruptura ou eformação permanente em qualquer das peças bem como qualquer tipo de vazamento.

– **Torque de acionamento**

O propósito do ensaio é verificar os torques necessários para abertura e fechamento do registro lateral.

Com o conjunto pressurizado com água, é verificado, com um torquímetro, o torque necessário para abrir e fechar completamente o registro lateral. O ensaio é repetido três vezes, porém o valor do torque de acionamento registrado deve ser o maior dos valores encontrados.

– **Resistência ao torque de acionamento excessivo**

O propósito deste teste é verificar a ocorrência de trinca, ruptura, deformações permanentes e vazamentos no registro lateral, quando submetido ao torque excessivo de acionamento. Neste caso, o registro lateral deve ser fixado numa morsa ou outro dispositivo. Com uma chave torquimétrica, aplica-se um torque de 6 N.m no registro lateral no sentido horário e anti-horário. Após, verifica-se a estanqueidade do registro lateral. Depois, o registro deve ser desmontado e verificado quanto à ocorrência de trincas, deformações da haste, deformação da sede, esmagamento do filete de rosca e outras avarias. Caso ocorram, está reprovado.

– **Resistência ao uso dos registros laterais**

Este ensaio destina-se a verificar a ocorrência de vazamento e desgaste no mecanismo de vedação dos dois registros laterais que compõem o misturador através do acionamento do registro sob condições de velocidade de acionamento, pressão da água (quente e fria), torque de fechamento e abertura após 30.000 ciclos.

No relatório deve ser indicado se ocorreram danos e o tempo de duração do ensaio.

– **Resistência ao torque de montagem na instalação**

O propósito do ensaio é verificar a adequação das partes roscadas nas conexões de ligação e nas junções que eventualmente o misturador possa apresentar.

O ensaio é conduzido nas três partes móveis sujeitas a esforços durante a instalação, ou seja, registro lateral, bica e união de ligação.

Uma inspeção visual prévia deve ser feita nas peças. Após os testes, nova inspeção visual deve ser feita para constatar aparecimento de eventuais falhas como

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

trincas, deterioração dos elementos de vedação, deformação/espanamento filetes/rosca.

Caso seja constatada qualquer falha, o elemento (lote) estará reprovado.

10.4.4.5 Inspeção

As exigências de desempenho devem ser comprovadas mediante a apresentação de resultados de ensaios efetuados por entidades neutras ou declaração expressa do fabricante, o qual deve apresentar os resultados quando solicitados.

– **Aceitação e rejeição**

O misturador de lavatório pode ser considerado em conformidade com esta Norma se, depois de inspecionado conforme seção 6, apresentar resultados que satisfaçam a todos os requisitos estabelecidos nas seções 4 e 5 da Norma.

10.5 Conclusão

Infinitos casos de aplicação da Brasagem poderiam ser discutidos em profundidade para melhor ilustrar a versatilidade e o largo emprego do processo.

Entretanto, a dificuldade de certos componentes serem fundidos em corpo único, unidos mecanicamente (parafusos, rebites, etc.) ou colados, para depois passarem por testes de resistência mecânica e de estanqueidade para que enfim os tratamentos superficiais deêm beleza ao produto acabado; coloca o processo de brasagem uma posição de destaque dentre dos muitos processos produtivos existentes no segmento de metais sanitários.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

10.6 Bibliografia

Coleção Tecnologia do Senai
Autor: Moacir Prisco e Paulo Eduardo A. Fernandes

Informativo Técnico Brasagem com Prata
Autor: Eutectic

Programa de Treinamento Módulo Brasagem
Autor: Brastak

Processos Usuais de Soldagem – Módulo 1 – Brasagem
Autor: Felix de Camargo Ferreira Jr – FATEC

Normas ABNT

- NBR 5021 EB 367: Cobre e ligas de cobre – barra e perfil extrudados e trefilados (especificação)
- NBR 5626 EB 92: Instalação predial de água fria
- NBR 6405 EB 93: Rugosidade das superfícies (procedimento)
- NBR 6941: Peças de ligas de cobre fundidas em coquilha (especificação)
- NBR 11815 EB 2114: Misturador para pia de cozinha tipo parede (especificação)
- NBR 14390: Misturador para lavatório – requisitos e métodos de ensaio

ASME VIII div. 1 seção 2 – QB-4

Catalogo de produtos
Fusion Incorporated – EUA
Cybertech International - EUA

Web site consultados:
Sindicato da Construção Civil – www.sindusconsp.com.br
Brastak - www.brastak.com.br
Deca metais Sanitários - www.deca.com.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

10.7 Autor

Claudio José da Costa	-	tardivo@bol.com.br
Joaquim de Almeida Souza	-	joaquim.souza@deca.com.br
Leandro José de Campos	-	ljcampos@ig.com.br
Luis Antonio da Silva	-	lasilva@uol.com.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.0 O Tecnólogo de Soldagem após a Formatura

11.1 Introdução
11.2 Especialização
11.2.1 MBA
11.2.2 Mestrado
11.2.3 Doutorado
11.3 Guia de instituições e cursos de graduação
11.4 Guia de instituições e cursos de pós graduação
11.4.1 Administração de Produção
11.4.2 Energia E Meio Ambiente Na Indústria, Comércio E Serviços
11.4.3 Administração Geral
11.4.4 Administração Automotiva
11.4.5 Administração de Empresas
11.4.6 Administração Empresarial
11.4.7 Administração Industrial
11.4.8 Administração Empreendedora para não Administradores
11.4.9 Controle e Gestão Ambiental
11.4.10 Engenharia e Ciência dos Materiais
11.4.11 Qualidade e Produtividade Empresarial
11.5 Universidade de São Paulo
11.5.1 Programas de Pós Graduação - " STRICTU-SENSU"
11.5.2 Informações Gerais
11.5.3 Instruções para Procedimento de Matrícula em Pós Graduação

11.6 Fundação Vanzolini
11.7 Aws

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.0 O Tecnólogo de Soldagem após a Formatura

11.1 INTRODUÇÃO

Pronto, você acabou a faculdade. Com o diploma na mão , está livre das aulas... quer dizer, por um tempo muito curto. Isso mesmo: o estudo não pode parar. É preciso estar sempre se atualizando, aumentando a bagagem profissional e cultural. E é para isso que servem, fundamentalmente, os cursos de pós-graduação: especialização, MBA, mestrado e doutorado.

Você tem todos os motivos para seguir o caminho da pós. Em primeiro lugar, existe a necessidade de acompanhar o mercado de trabalho. É cada vez maior o número de profissionais que faz mestrado ou doutorado a fim de subir na carreira.

Prova disso é que o Brasil já forma, anualmente, tantos doutores quanto a Itália, a China e o Canadá, segundo contabilidade do Ministério da Educação (MEC). Em segundo, está a qualidade dos cursos oferecidos pelas universidades brasileiras, que é reconhecida internacionalmente. "O Brasil tem algumas das melhores pós-graduações do mundo e, com certeza, as melhores da América Latina", afirma João Steiner, secretário de coordenação das unidades de pesquisa dos institutos do Ministério da Ciência e Tecnologia. E, em terceiro lugar, há muitas facilidades. A maioria dos cursos nas universidades públicas é gratuita. Além disso, órgãos governamentais concedem bolsas de estudo ou auxilio para você cursar uma instituição particular.

Uma maneira simples de mostrar como são os diferentes níveis de formação superior é aplicá-los à realidade de um chef de cozinha. Na graduação, o cozinheiro aprende receitas básicas de entrada, prato principal e sobremesa: já pode tocar um restaurante pequeno, popular, sem maiores problemas. Na especialização, estuda receitas de um determinado tipo: só massas ou doces, por exemplo. É um

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

aperfeiçoamento técnico profissional que pode levar o chef a trabalhar para um restaurante qualificado que precise de um expert apenas em sobremesas e massas finas. No MBA ele aprende a dirigir o restaurante, a fazer dele um empreendimento lucrativo e diferenciado, chefiando equipes, planejando estratégias, inaugurando filiais, lançando produtos com sua marca e até mesmo abrindo o capital da empresa.

No **mestrado**, vai conhecer as receitas de uni mesmo tipo, como na especialização, mas vai entender a função de cada ingrediente e será capaz de elaborar algumas receitas adaptadas, substituindo componentes ou alterando proporções. Aperfeiçoa o conhecimento em sua área, domina técnicas e começa a fazer pratos impecáveis. No doutorado, o chef vai muito mais fundo: pesquisa o comportamento de cada ingrediente a uma temperatura mais alta ou mais baixa , seu sabor e propriedades nutritivas. Entende tanto de culinária que é capaz de propor receitas inéditas.
Conheça as diversas opções de pós-graduação que podem levar você mais longe na carreira.

11.2 Especialização

É o mesmo que mestrado ***lato sensu*** ou profissionalizante. Trata-se de um treinamento técnico para quem precisa pôr a mão na massa. Por exemplo, se você trabalha numa indústria alimentícia, pode cursar um mestrado profissionalizante em Nutrição Humana. Não escreverá teses acadêmicas nem fará grandes pesquisas, mas poderá dominar novas tecnologias, o que melhorará seu desempenho profissional.
Requisitos. diploma superior em qualquer área e, em geral, o domínio de um idioma estrangeiro.

Como são as aulas: O treinamento acontece em sala de aula. Não há pesquisa. A maioria das disciplinas é teórica, mas, dependendo da área, pode haver algumas aulas práticas, como clínica e laboratório. Debates e trabalhos em equipe também fazem parte do currículo,

Duração: por resolução do Conselho Nacional de Educação, os cursos de especialização têm a duração mínima de 360 horas. Os de aperfeiçoamento variam de 180 a 360 horas.

Custo médio: o mestrado profissionalizante é pago, inclusive nas universidades públicas. As taxas variam muito. Algumas especializações são bem caras, como a de Odontologia, na USP, que sai por volta de 2 mil reais por mês.

11.2.1 MBA

É a sigla em inglês para *Master in Business Admínistration* (Mestrado em Administração de Negócios). O curso dá uma visão geral sobre o funcionamento das empresas e as ferramentas básicas para gerenciar as áreas de recursos humanos, marketing, logística, finanças e planejamento estratégico. É destinado a quem quer

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

aprender técnicas de administração ou aumentar o conhecimento na área. Em geral, atrai empresários e executivos que querem crescer na carreira, mas serve para todo mundo, do dentista ao jornalista - desde que eles estejam assumindo funções de direção de um negócio, seja uma empresa de assistência odontológica, seja uma pequena editora. Existem dois tipos de MBA : o mestrado *stricto sensu e* o MBA Executivo (especialização). No Brasil, a maioria é desse segundo tipo. O MBA das escolas estrangeiras de primeira linha é valorizado, mas só o das melhores mesmo. jamais troque o curso de uma faculdade brasileira de renome pelo de uma escola estrangeira desconhecida.

Requisitos: não é necessário ter diploma em Administração de Empresas. Você pode ser formado em qualquer curso superior. As melhores faculdades exigem pelo menos cinco anos de experiência profissional, e todas pedem conhecimento de uma língua estrangeira, no geral, o inglês. Quem vai fazer MBA no exterior precisa apresentar cartas de referência e uma resenha ou análise de temas relacionados ao mundo dos negócios. Além disso, as escolas fora do Brasil exigem aprovação em dois testes básicos, o Toefi e o Gmat. O primeiro mede o conhecimento da língua inglesa e o segundo avalia o raciocínio lógico do candidato, sua habilidade e rapidez em cálculos matemáticos.

Como são as aulas: você estuda todas as disciplinas da área de administração. Os currículos costumam incluir aulas sobre liderança, trabalho em equipe e técnicas para ensinar a pensar estrategicamente. No final, é preciso escrever uma tese ou uma dissertação para receber o diploma.

Duração: no exterior, o MBA exige dedicação exclusiva por dois anos. No Brasil, onde a maioria dos cursos é de MBA Executivo, o período de aulas pode durar de um a dois anos. Na Universidade Federal da Bahia, por exemplo, os alunos passam um ano tendo três aulas por semana e têm outros seis meses para escrever a dissertação. Na Fundação Getúlio Vargas de São Paulo, o curso equivale a um mestrado *stricto- sensu* (dá o título de mestre) e dura dois anos.

Custo médio: entre 10 mil e 20 mil reais, dependendo da escola. No exterior, o gasto sobe para 100 mil dólares, incluindo as despesas com estada e alimentação durante os dois anos de curso.

11.2.2 MESTRADO

É também conhecido como mestrado *stricto sensu.* Consiste, basicamente, de aulas teóricas e de uma pesquisa, desenvolvida durante o curso sob a direção de um orientador, sobre um tema escolhido pelo aluno. Ao final, é necessária a apresentação de uma dissertação com as conclusões dessa pesquisa. Tradicionalmente, esse tipo de pós-graduaçâo se destina a quem quer dar aula. No entanto, isso está mudando. O mestrado pode ser uma ponte para o doutorado e para a pesquisa acadêmica, mas é bom também para quem quer aprofundar conhecimentos e, assim, fazer carreira dentro de uma empresa ou destacar-se em uma atividade qualquer. "Tanto nas construtoras quanto nos escritórios de projeto, os candidatos com mestrado na área de Engenharia, por exemplo, têm preferência sobre os que não possuem", diz José Carlos Cintra, coordenador de pós-graduação em Engenharia no campus da USP em São Carlos, interior de São Paulo.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Requisitos: não é uma regra que se tenha de fazer pós da mesma área da graduação. Por exemplo, um biólogo pode fazer mestrado em Engenharia se seu objeto de interesse for saneamento ambiental. Um jornalista pode cursar o mestrado em história da ciência se trabalhar com jornalismo científico. Existem, é claro, alguns programas que não aceitam candidatos sem diploma de graduação naquela área.

É o caso dos de Medicina e Veterinária, que exigem conhecimentos específicos adquiridos na graduação.

Na inscrição para um mestrado, é comum haver uma entrevista, na qual você explica por que quer fazer aquele curso, apresenta seu projeto de pesquisa e cartas de recomendação. Alguns programas fazem, ainda, uma prova escrita sobre a área de conhecimento e um teste de inglês. Com ou sem prova, falar pelo menos um idioma estrangeiro é fundamental.

Corno são as aulas: o aluno de mestrado tem um professor orientador e seu objetivo é dominar o conhecimento existente sobre um tema específico. O curso divide-se em duas partes: a primeira, de aulas e trabalhos; a segunda, de pesquisa, "A essência da pós-graduação é o professor passar ao aluno todo seu conhecimento e esperar que ele o supere num curto espaço de tempo", diz Marcos Macari, pró-reitor de pós-graduação e pesquisa da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Quem quiser seguir um mestrado deve preparar-se para escrever muito, até dar a forma final à dissertação que será apresentada por escrito e defendida diante de uma banca examinadora.

Duração: as universidades têm autonomia para fixar a duração do mestrado, que vai de dois a quatro anos. A média nacional é de dois anos, como na PUC-RJ e na PUC-Campinas. Na Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, o mestrado dura de um a três anos, e, na Universidade Metodista de São Paulo, de um a dois anos.

Custo médio: nas universidades públicas, o mestrado é de graça. Nas pagas, o preço varia bastante, inclusive por causa do tempo que o aluno leva para terminar o curso. Na Metodista, a mensalidade do mestrado de Psicologia sai por 633 reais. Na PUC-Campinas, o custo mensal do mestrado de Teleinformática varia de 576 a 770 reais. Na Santa Casa de Misericórdia em São Paulo, o mestrado em Medicina sai por 265 reais mensais.

11.2.3 DOUTORADO

É o curso que forma pesquisadores. O candidato tem de desenvolver uma tese, ou seja, precisa provar algum ponto de vista que contribua para o avanço do conhecimento em determinada área. É um curso destinado a quem pretende ser professor universitário ou pesquisador, dentro da universidade ou em centros de pesquisa, como o Instituto Butantã, situado em São Paulo, ou a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) no Rio de janeiro.

Requisitos: em geral, quem faz o doutorado já passou pelo mestrado, mas essa não é unica exigência. Um currículo muito bom pode levar o estudante direto a esse curso. Na USP e na Unesp, alunos considerados brilhantes durante o mestrado são convidados a pular para o doutorado. Se o próprio candidato tiver certeza de que é um caso especial, ele mesmo pode pleitear uma vaga, pedido que será examinado pela

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

comissão de seleção. Seja como for, para ingressar em um doutorado, é preciso dominar pelo menos um idioma estrangeiro - em geral, inglês, francês ou alemão.

Corno são as aulas: a estrutura do doutorado é semelhante à do mestrado.

Duração: na USP, você tem de fazer o doutorado no prazo máximo de cinco anos. Mas há uma tendência em várias universidades a reduzir esse prazo para quatro anos. Essa é a duração estabelecida pela PUC-RJ. Na Santa Casa de São Paulo, a média é três anos.

Custo médio: nas universidades públicas, é gratuito. Nas pagas, o preço varia bastante. Em algumas, a mensalidade é a mesma do mestrado, mas a duração do curso é maior. Na PUC-SP, pagam-se cerca de 820 reais mensais para todas as áreas. Na Santa Casa, o curso de doutora em Medicina custa 265 reais mensais, mas seu gasto pode passar tranqüilamente de 2 mil reais por mês, somando-se as despesas com a compra de material de laboratório, em geral importado. Além disso, tanto escolas públicas como particulares cobram taxa de inscrição, que varia entre 50 e 80 reais.

Pós-doutorado: quem termina um doutorado e quer preparar-se como pesquisador tem a opção de fazer um pós-doutorado, que equivale ao breve de piloto. É mais um programa de trabalho que um curso. Nesse caso, diferentemente do que acontece no mestrado e no doutorado, o profissional não é orientado por ninguém e pode até supervisionar outros alunos.

11.3 Guia de Instituições e Cursos de Graduação

A seguir, uma relação com dados de várias entidades de ensino superior referentes aos cursos de Administração de Empresas, Desenho Industrial e de Engenharia nas modalidades Civil, Elétrica, Materiais, Metalúrgica, Produção e Mecânica. Alguns dados como, necessidade ou não de se fazer o vestibular e tempo de duração para conclusão dos cursos acima citados, foram determinados após a análise do conteúdo programático e da grade curricular do curso de Tecnologia em Soldagem.

Algumas informações serão codificadas da seguinte forma:

Processo Seletivo	**A** - anual	**S** - semestral		
Turnos	**M** - matutino	**V** - vespertino	**N** - noturno	**I** - integral
Duração	**A** - em anos	**S** - em semestres		
Vestibular ?	**NE** - necessário	**DE** - desnecessário		

Nome da escola: Centro universitário FIEO

Endereço: Av. Franz Voegeli Nº 300
Cidade: Osasco UF: SP
Telefone: (011) 3651 9999

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Site/E-mail: www.unifieo.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
S – M – N – 8 S - NE
Mensalidade: R$ 422,33.

Nome da escola: Centro universitário Ibero-Americano

Endereço: Av. Brig. Luiz Antonio Nº 871
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 0800 55051
Site/E-mail: www.ibero.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – N – 4 A – DE
Mensalidade: R$ 518,00.

Nome da escola: Centro universitário Lusíada

Endereço: R. Armando de Salles Oliveira Nº 150
Cidade: Santos UF: SP
Telefone: (013) 3235 1311
Site/E-mail: www.lusiada.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – N – 4 A – NE
Mensalidade: R$ 455,00.

Nome da escola: Centro universitário Monte Serrat

Endereço: Rangel Pestana Nº 99
Cidade: Santos UF: SP
Telefone: (013) 3228 2100
Site/E-mail: www.unimonte.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – N – 4 A – DE
Mensalidade: R$ 378,00.

Nome da escola: Centro universitário Municipal de São Caetano do Sul

Endereço: Av. Goiás Nº 3400
Cidade: São Caetano do Sul UF: SP
Telefone: (011) 4239 3230
Site/E-mail: www.imes.com.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M - N – 4 A – DE
Mensalidade: R$ 392,44.

Nome da escola: Centro universitário Nossa Senhora do Patrocínio

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Endereço: R. Madre Maria Brasília Nº 965
Cidade: Itu UF: SP
Telefone: (011) 4028 1936
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – N – 4 A – NE
Mensalidade: R$ 368,00.

Nome da escola: Faculdades Integradas Ribeirão Pires

Endereço: R. Capitão José Gallo Nº 3345
Cidade: Ribeirão Pires UF: SP
Telefone: (011) 4828 2066
Site/E-mail: oerp@uol.com.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – N – 4 A – NE
Mensalidade: R$ 325,00.

Nome da escola: Faculdades Integ. Hebraico Brasileiras Renascença

Endereço: R. Prates Nº 790
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 3311 0778
Site/E-mail: www.renascença.com.br/faculdade
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
S – N – 8 S – DE
Mensalidade: R$ 410,00.

Nome da escola: Escola Superior de Administração de Negócios - SP

Endereço: R. Tamandaré Nº 688
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 270 6800
Site/E-mail: www.esan-sp.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – V - N – 4 A – DE
Mensalidade: R$ 392,50.

Nome da escola: Faculdade de Desenho Industrial de Mauá

Endereço: R. Alonso Vasconcelos Pacheco Nº 2085
Cidade: Mauá UF: SP
Telefone: (011) 4516 2166
Site/E-mail: cesma.fadim@ig.com.br
Curso Pesquisado: Desenho Industrial
A – N – 4 A – NE
Mensalidade: R$ 376,00.

Nome da escola: Centro universitário Barão de Mauá

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Endereço: R. Ramos de Azevedo Nº 423
Cidade: Ribeirão Preto UF: SP
Telefone: (016) 0800 183566
Site/E-mail: www.baraodemaua.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
S – N – 4 A – NE
Mensalidade: R$ 475,00.

Nome da escola: Universidade São Judas Tadeu

Endereço: R. Taquari Nº 546
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 6099 1999
Site/E-mail: www.saojudas.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – N – 4 A – NE
Mensalidade: R$ 460,00.
Curso Pesquisado: Engenharia Mecânica
A – N – 6 A – NE
Mensalidade: R$ 597,00

Nome da escola: Universidade São Marcos

Endereço: Av. Nazaré Nº 900
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 274 5711
Site/E-mail: www.smarcos.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
S – M – N – 8 S – DE
Mensalidade: R$ 463,82.

Nome da escola: Universidade Mackenzie

Endereço: R. Itambé Nº 45
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 236 8766
Site/E-mail: www.mackenzie.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
S – M – V - N – 8 S – NE
Mensalidade: R$ 453,75.
Curso Pesquisado: Engenharia de Materiais
S – N – 10 S – NE
Mensalidade: R$ 521,93
Curso Pesquisado: Engenharia Mecânica
S – I – 10 S – NE
Mensalidade: R$ 505.85.

Nome da escola: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Endereço: R. Monte Alegre Nº 984

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 3670 8000
Site/E-mail: www.pucsp.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – N – 5 A – NE
Mensalidade: R$ 645,00
Curso Pesquisado: Engenharia Elétrica
A – N – 6 A – NE
Mensalidade: R$ 815,00.

Nome da escola: Universidade Cidade de São Paulo

Endereço: R. Cesário Galeno Nº 448
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 0800 149099
Site/E-mail: www.unicid.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – N – 4 A – DE
Mensalidade: R$ 535,00
Curso Pesquisado: Engenharia Elétrica
A – N – 5 A – DE
Mensalidade: R$ 605,00

Nome da escola: Fundação Armando Álvares Penteado

Endereço: R. Alagoas Nº 903
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 3662 1662
Site/E-mail: www.faap.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
S – M – N – 8 S – NE
Mensalidade: R$ 1063,00
Curso Pesquisado: Engenharia Mecânica
S – I – 10 S – NE.
Mensalidade: R$ 922,70

Nome da escola: Fundação Santo André

Endereço: Av. Príncipe de Gales Nº 821
Cidade: Santo André UF: SP
Telefone: (011) 4979 3342
Site/E-mail: www.fsa.br
Curso Pesquisado: Administração de Empresas
A – M – V - N – 4 A – NE
Mensalidade: R$ 301,09.

Nome da escola: Faculdade de Engenharia Industrial

Endereço: Rod. Senador José Ermírio de Moraes Km. 1,5
Cidade: Sorocaba UF: SP
Telefone: (015) 228 1000

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Site/E-mail: www.facens.br
Curso Pesquisado: Engenharia Mecânica
A – I – 4,5 A – NE
Mensalidade: R$ 580,00
Curso Pesquisado: Engenharia Elétrica
A – I – N - 5 A – 6 A – NE.
Mensalidade: R$ 580,00

Nome da escola: FESP – Faculdade de Engenharia de São Paulo

Endereço: Av. Nove de Julho Nº 5520
Cidade: São Paulo UF: SP
Telefone: (011) 3061 5022
Site/E-mail: www.fesp.br
Curso Pesquisado: Engenharia Civil
A – N – 4 A - NE
Mensalidade: R$ 580,00*
Curso Pesquisado: Engenharia Elétrica
A – N - 4 A – NE
Mensalidade: R$ 580,00*

"Se a mensalidade for paga até o último dia útil do mês que antecede o vencimento, obter-se-á um desconto de R$ 100,00."

Nome da escola: FEI - Faculdade de Engenharia Industrial

Endereço: Av. Humberto Alencar Castelo Branco Nº 3972
Cidade: São Bernardo do campo UF: SP
Telefone: (011) 4109 0200
Site/E-mail: www.fei.com.br
Curso Pesquisado: Engenharia Mecânica
S – M – N – 12 S - NE
Mensalidade: R$ 600,00
Curso pesquisado: Engenharia Metalúrgica
S – M – N – 12 S - NE
Mensalidade: R$ 600,00.

Nome da escola: Escola de Engenharia de Mauá

Endereço: Pç. Mauá Nº 1
Cidade: São Caetano do Sul UF: SP
Telefone: (011) 4239 3000
Site/E-mail: www.maua.br
Curso Pesquisado: Engenharia Mecânica
A – M – V - N – 6 A - NE
Mensalidade: R$ 770,00
Curso pesquisado: Engenharia Civil
A – M – V – N – 6 A – NE
Mensalidade: R$ 770,00.
Nome da escola: Universidade Mogi das Cruzes

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Endereço: Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza Nº 200
Cidade: Mogi das Cruzes UF: SP
Telefone: (011) 4798 7094
Site/E-mail: deac@umc.br
Curso Pesquisado: Engenharia de Produção
A – M – N – 5 A - NE
Mensalidade: R$ 645,87.

Nome da escola: Universitário Santa Cecília

Endereço: R. Oswaldo Cruz Nº 266
Cidade: Santos UF: SP
Telefone: (013) 3202 7100
Site/E-mail: www.unisanta.br
Curso Pesquisado: Engenharia Mecânica
S – N – 10 S - NE
Mensalidade: R$ 486,00.

Nome da escola: Faculdade Torricelli

Endereço: Av. Monteiro Lobato Nº 679
Cidade: Guarulhos UF: SP
Telefone: (011) 6464 9321
Site/E-mail: www.factorricelli.br
Curso Pesquisado: Engenharia Elétrica
A – N – 5 A - NE
Mensalidade: R$ 550,00.

Nome da escola: Universidade Brás Cubas

Endereço: Av. Francisco Rodrigues Filho Nº 1233
Cidade: Mogi das Cruzes UF: SP
Telefone: (011) 4791 8000
Site/E-mail: wwwbrazcubas.br
Curso Pesquisado: Engenharia Mecânica
S – N – 10 S - NE
Mensalidade: R$ 583,67.

Nome da escola: Universidade Católica de Santos

Endereço: R. Euclides da Cunha Nº 244
Cidade: Santos UF: SP
Telefone: (013) 3205 5540
Site/E-mail: www.unisantos.com.br
Curso Pesquisado: Engenharia Civil
A – N – 5 A - NE
Mensalidade: R$ 620,00.

Observações importantes :

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

1 - Para a definição do tempo de duração dos cursos analisados, consideramos que o aluno seja portador do diploma de Tecnologia de Soldagem e que tenha disponibilidade para estudar somente em um período.
2 – O preço das mensalidades refere-se ao ano de 2001, para as instituições com processo seletivo anual , e ao segundo semestre do ano de 2001, para as instituições com processo seletivo semestral.

Veremos agora, porque a grande maioria dos trinta e dois cursos analisados, (Engenharia e Administração de Empresas) para serem cursados por Tecnólogos em Soldagem formados, têm a mesma duração que o curso normal para iniciantes que ingressaram na faculdade, sendo praticamente a única vantagem:

a) Dispensa de matérias do ensino básico, tais como Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III (Estatística), Eletricidade Aplicada, Resistência dos Materiais I, Resistência dos Materiais II, Português, Inglês, Elementos de Máquinas, Física, Termodinâmica, Desenho Técnico I, Desenho Técnico II, Educação Física etc;

b) Dispensa da necessidade de se participar do processo seletivo (Vestibular);

As matérias do curso de Tecnologia em Soldagem tais como, Recursos Industriais, Controle de Qualidade I, Controle de Qualidade II e Organização Industrial têm o conteúdo programático compatível com algumas disciplinas dos cursos de Engenharia e Administração de Empresas, entretanto, com carga horária menor, sendo, por este motivo inviabilizada a dispensa das mesmas.

Vamos exemplificar analisando a grade curricular do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Mackenzie. As matérias sublinhadas serão dispensadas.

Primeiro Semestre:
- Ciências do Ambiente;
- Física Experimental I;
- Física Geral I;
- Ética e Cidadania;
- Geometria Analítica e Vetores;
- Cálculo Diferencial e Integral I;
- Computação bas. E programação I;
- Expr. Graf. e Geometria Descritiva;
- Expr. Graf. e Desenho Técnico;
- Proc. Bas. da Eng. Mecânica I.

Segundo semestre:
- Química Geral;
- Química Experimental;
- Física Experimental II;
- Física Geral II;
- Mecânica I;
- Cálculo Diferencial e Integral II;
- Cálculo numérico;
- Álgebra Linear;
- Comp. Básica e Programação II;
- Expressão Gráfica – CAD;

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

- Proc. Bas. da Eng. Mecânica II;
- Educação Física.

Terceiro semestre:
- Mecânica II;
- Física Geral III;
- Física Experimental III;
- Fenômenos de Transporte I;
- Cálculo Dif. e Integral III;
- Estatística;
- Resistência dos Materiais I;
- Eletricidade;
- Desenho de Elem. de Máquinas I;
- Ciências dos Materiais;
- Educação Física.

Quarto Semestre:
- Física Geral IV;
- Fenômenos de Transporte II;
- Mecânica III;
- Cálculo Diferencial e Integral IV;
- Pesquisa Operacional;
- Resistência dos Materiais II;
- Desenho de Elementos de Máquinas II;
- Mat. de Constr. Mecânica;
- Metalurgia;
- Educação Física.

A partir do quinto semestre, não há mais matérias que possam ser dispensadas, o aluno formado em Tecnologia em Soldagem deve cursar todas as demais disciplinas até o término do curso.

Conclusão: O Tecnólogo em Soldagem, que quiser se graduar em Engenharia ou Administração de Empresas nas instituições de ensino superior analisadas gastará o mesmo tempo e dinheiro que um aluno que iniciou o curso normalmente. A única exceção ocorrida nesta pesquisa é os cursos de Engenharia da Faculdade de Engenharia de São Paulo – FESP, onde as matérias de ensino básico são colocadas no primeiro ano letivo do curso, possibilitando ao Tecnólogo em Soldagem a dispensa de todas essas matérias e diminuindo um ano na extensão do curso pretendido.

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4 Guia de Instituições e Cursos de Pós Graduação " Lato- Sensu"

11.4.1 Administração de Produção

Entidade: Esan /SBC

Objetivo: Formar pessoal especializado na área de produção, através do aperfeiçoamento, desenvolvimento e complementação da formação obtida nos cursos de graduação, e capacitar o participante a ocupar posições estratégicas na estrutura organizacional das empresas.

Público alvo: Profissionais de produção ou de outras áreas que desejam aperfeiçoar seus conhecimentos.

Duração: 18 meses

Carga horária Horas/ aula: 384

Dias de realização das aulas: Duas vezes por semana

Exigências para o ingresso: Seleção feita através de análise do Curriculum Vitae e entrevista pessoal

Preço :
18 x R$ 465,00
18 X US$ 172,00

Endereço:
Av. Humberto de Alencar Castelo Branco nº 3972
C.E.P.: 09850-901- São Bernardo do Campo - SP
Tel.: 0XX – 11 - 4109 0200
Fax: 0XX – 11 - 4109 5994
e–mail : info_esansbc@esan-sbc.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

111.4.2 Energia E Meio Ambiente Na Indústria, Comércio E Serviços

Entidade: Insituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN / USP

Objetivo: Capacitar os alunos no trato de atividades relacionadas a eficiência energética; conservação de energia; planejamento energético, enquanto elementos de gestão econômica de gestão ambiental (IS0 14001), contribuindo para o seu desenvolvimento profissional e tornando-o apto a responder às expectativas de crescimento da empresa onde trabalha.

Público alvo: Profissionais atuando nos setores da indústria, comércio e serviços que necessitam capacitar-se para tomar decisões sobre o gerenciamento adequado do uso de energia e de questões ambientais relacionadas aos diversos processos executados no dia a dia das empresas.

Duração: 18 meses

Carga horária Horas/ aula: 390

Dias de realização das aulas: Sábados

Exigências para o ingresso: Seleção feita através de análise do Curriculum Vitae e entrevista pessoal

Preço
Inscrição: R$330,00 - US$ 122,00
18 x R$ 660,00
18 x US$ 224,00

Endereço
Avenida Professor Lineu Prestes nº 2242– Cidade Universitária
São Paulo – SP – CEP 05508-000
Tel.: 0xx – 11 – 3816 9086
Fax: 0xx – 11 – 3816 9029
e-mail : curso@net.ipen.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.3 Administração Geral

Entidade: Esan/SP

Objetivo: Desenvolver profissionais da área de administração e de outras áreas que desejam aperfeiçoar seus conhecimentos, portadores de títulos de graduação em curso superior. Capacitar o participante a ocupar posições estratégicas na estrutura organizacional das empresas públicas e privadas.

Público alvo: Profissionais de áreas diversas que desejam aperfeiçoar seus conhecimentos

Duração: 12 meses

Carga horária Horas/ aula: 392

Dias de realização das aulas: Três vezes por semana

Exigências para o ingresso: Seleção feita através de análise do Curriculum Vitae e entrevista pessoal

Preço
12 x R$ 470,00
12 x US$ 174,00

Endereço
Rua Tamandaré 688 - Liberdade
São Paulo – SP – CEP 01525-000
Tel.: 0xx – 11 – 270 6800
Fax: 0xx – 11 – 270 6800
e-mail : esan-sp.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.4 Administração Automotiva

Entidade: Iecat/SBC

Objetivo: Fornecer aos que se interessam em desenvolver conhecimentos e, também, ingressar no negócio automotivo em qualquer dos seus segmentos associados

Público alvo: Executivos de gerência e supervisão nas montadoras e fornecedores, além de funcionários de base operacional que estejam em fase de preparação ou de especialização

Duração: 10 ou 18 meses

Carga horária Horas/ aula: 360

Dias de realização das aulas: 2 vezes por semana ou aos sábados

Exigências para o ingresso: Análise do Curriculum vitae e entrevista

Preço
12 x R$ 470,00
12 x US$ 174,00

Endereço
Av. Humberto de Alencar Castelo Branco nº 3972
C.E.P.: 09850-901- São Bernardo do Campo - SP
Tel.: 0XX – 11 - 4109 0200
Fax: 0XX – 11 - 4109 5994
e-mail : iecat@cci.fei.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.5 Administração de Empresas

Entidade: PUC/SP

Objetivo: Auxiliar profissionais na análise de fatos e processos do mundo dos negócios e do cotidiano das empresas. Proporcionar conhecimentos práticos e teóricos num patamar mais elevado que o da graduação.

Público alvo: Administradores, engenheiros, médicos, economistas, contadores, tecnólogos, entre outros profissionais em fase de desenvolvimento ou posições de comando empresarial

Duração: 10 meses

Carga horária Horas/ aula: 522

Dias de realização das aulas: Segunda à quinta-feira

Exigências para o ingresso: Análise do curriculum vitae

Preço
10 x R$ 245,00
10 x US$ 91,00

Endereço
Rua Monte Alegre nº 984– Perdizes
São Paulo – SP – CEP 05014-901
Tel.: 0xx – 11 – 3670 8000
Fax: 0xx – 11 – 3670 8003
e-mail : www.pucsp.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.6 Administração Empresarial

Entidade: ISPG/SP

Objetivo: Formar pessoal especializado na área de produção, atravez do aperfeiçoamento, desenvolvimento e complementação da formação obtida nos cursos de graduação

Público alvo: Profissionais de áreas diversas que desejam aperfeiçoar seus conhecimentos

Duração: 12 meses

Carga horária Horas/ aula: 360

Dias de realização das aulas: Segunda, terça e quarta-feira

Exigências para o ingresso: Análise do curriculum vitae

Preço
14 x R$ 280,00
14 x US$ 104,00

Endereço
Rua João David Perneta nº 311
CEP: xxxxx xxx – Curitiba - Pr
Tel.: 0XX – 41 – 353 6755
e-mail : ispg@ispg.com.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.7 Administração Industrial

Entidade: Instituto Superior de Pós – Graduação - ISPG/SP

Objetivo: Formar pessoal especializado na área de produção, atravez do aperfeiçoamento, desenvolvimento e complementação da formação obtida nos cursos de graduação

Público alvo: Profissionais de áreas diversas que desejam aperfeiçoar seus conhecimentos

Duração: 12 meses

Carga horária Horas/ aula: 360

Dias de realização das aulas: Segunda, terça e quarta-feira

Exigências para o ingresso: Análise do curriculum vitae

Preço
14 x R$ 280,00
14 x US$ 104,00

Endereço
Rua João David Perneta nº 311
CEP: xxxxx xxx – Curitiba - Pr
Tel.: 0XX – 41 – 353 6755
e-mail : ispg@ispg.com.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.8 Administração Empreendedora Para Não Administradores

Entidade: Universidade Católica de Santos - Unisantos

Objetivo: Dar conhecimentos para profissionais que não são da área de administração, sobre a gestão de seus negócios, preparando-os para um ambiente em profunda transformação.

Público alvo: Profissionais da área de saúda, engenharia, executivos de micro, pequenas e médias empresas do setor de comércio, serviços e industrial

Duração: 12 meses

Carga horária Horas/ aula: 360

Dias de realização das aulas: 2 vezes por semana

Exigências para o ingresso: Análise do curriculum vitae

Preço
12 x R$ 340,00
12 x US$ 126,00

Endereço
Rua Dr. Carvalho de Mendonça nº 144– 5º andar– Sala 505
CEP 11045-000 - Santos – SP
Tel.: 0XX – 13 – 3205 5555 – Ramal 700 / 718
Fax : 0XX – 13 – 3205 5500
e – mail : coeae@unisantos.com.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.9 Controle e Gestão Ambiental

Entidade: Universidade Santa Cecília dos Bandeirantes - UNISANTA

Objetivo: Conhecer e compreender os mecanismos da gestão ambiental. Conhecer e aplicar os instrumentos da política nacional de meio ambiente como a avaliação de impactos ambientais, o gerenciamento de riscos, o estudo e os sistemas de licenciamento. Participar de equipe multiprofissional para o equecionamento e soluções para os problemas relativos à saúde pública e ao meio ambiente.

Público alvo: Profissionais interessados na área de saneamento básico e ambiental como no desempenho de atividades de consultoria e projetos.

Duração: 10 meses

Carga horária Horas/ aula: 400

Dias de realização das aulas: Segunda, quintas e sextas feira

Exigências para o ingresso: Análise do curriculum vitae

Preço
10 x R$ 250,00
10 x US$ 93,00

Endereço
Rua Oswaldo Cruz nº 266– Boqueirão
CEP 11045 – 907 – Santos – SP
Tel.: 0XX – 13 – 3202 7100
Fax: 0XX – 13 – 3234 5297
e-mail : scecilia@unisanta.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.10 Engenharia e Ciência dos Materiais

Entidade: Universidade de Mogi das Cruzes

Objetivo: Estabelecer relações entre estruturas, propriedades e processamento dos diversos materiais, uma vez que o entendimento da microestrutura e sua relação com as propriedades do material, bem como de conhecimentos de processos avançados para a obtenção dos materiais como suas propriedades requeridas para diversas aplicações.

Público alvo: Engenheiros, químicos e profissionais de áreas afins

Duração: 12 meses

Carga horária Horas/ aula: 360

Dias de realização das aulas: Sábados

Exigências para o ingresso: Cópia do diploma ou certificado de conclusão do curso superior

Preço
11 x R$ 330,00
11 x US$ 122,00

Endereço
Av. Dr. Cândido X. de Almeida Souza, 200 - Centro Cívico
Mogi das Cruzes/SP
Tel.: (11) 4798-7000
e-mail : deac@umc.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

11.4.11 Qualidade e Produtividade Empresarial

Entidade: Insituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN / USP

Objetivo: Especializar profissionais no campo da gestão pela quelidade e produtividade. Enfatizar a importância da racionalização de processos, a minimização de custos e qualidade dos produtos e serviços oferecidos pela empresa para a atuação em um mercado e ambiente globalizado e competitivo. Expor de forma objetiva os temas contidos em cada disciplina visando fornecer aos participantes uma visão clara da importância desses assuntos para o aumento da competitividade das empresas.

Público alvo: Profissionais de nível superior, que trabalha no meio empresarial, que deseja preparar-se para novas responsabilidades, ou seja, para todos os profissionais das mais diversas áreas das organizações que busquem a excelência e melhoria contínua de suas operações.

Duração: 18 meses

Carga horária Horas/ aula: 390

Dias de realização das aulas: Sábados

Exigências para o ingresso: Seleção feita através de análise do Curriculum Vitae e entrevista pessoal

Preço
Inscrição: R$330,00 - US$ 122,00
18 x R$ 660,00
18 x US$ 224,00

Endereço
Avenida Professor Lineu Prestes nº 2242– Cidade Universitária
São Paulo – SP – CEP 05508-000
Tel.: 0xx – 11 – 3816 9086
Fax: 0xx – 11 – 3816 9029
e-mail : curso@net.ipen.br

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP

Copyright © 2003 – Núcleo Tecnológico de Soldagem & Qualidade – São Paulo/SP